



# విజ్ఞానము

ఆధునిక, భౌతిక, జీవ, గృహ, వృక్ష

వినువేధి



## సదాశివ సమారంభం



గురు దక్షిణామూర్తి



గురు వేదవ్యాస మహర్షి



గురు కౌశిక మహర్షి



గురు నారద మహర్షి



గురు వాల్మీకి మహర్షి



గురు శిక్షవృక్ష

## శంకరాచార్య మధ్యమాం



గురు దత్తాత్రేయ



గురు బాలాఢీ



గురు గౌరమ బుద్ధ



గురు ఆదిశంకరాచార్య



గురు రామానుజాచార్యులు



గురు జ్ఞానేశ్వర్



గురు రవిదాస్



గురు కబీర్ దాస్



గురు చైతన్య మహా ప్రభువు



గురు నానక్



గురు రాఘవేంద్ర స్వామి



గురు పీఠప్రభాకర స్వామి



యోగి వేమన

## అస్మదాచార్య పర్యంతం



గురు తైలింగ స్వామి



గురు లాహిరి మహాశయి



గురు రామకృష్ణ పరమహంస, అమ్మ శారదాదేవి



గురు వివేకానంద



గురు హాయి బాలా



గురు ఆరబింద్



గురు రమణ మహర్షి



గురు యోగానంద



గురు భక్తవేదాంత ప్రభుపాద



గురు మళయాళస్వామి



గురు విద్యాప్రకాశానందగిరి



గురు చంద్రశేఖర పరమహార్య

## వందే గురుపరంపరాం...



నన్ను “నేను” తెలుసుకోవటానికి

నన్ను “నేను” మార్చుకోవటానికి

“నేను” గా ఉండటానికి

మరియు అత్యుత్తమ జీవన విధానానికి

కావలసిన భక్తి,జ్ఞాన,కర్మ,ధర్మ సమాచారం ఒకేచోట తెలుగులో ఉచితంగా!

సాధారణంగా వేదాంతం తెలుసుకోవాలనే కోరిక వుంటుంది, కాని గ్రంథాలు అందుబాటులో లేవు. ఇంకొకరి దగ్గర గ్రంథాలు వుంటాయి, కాని జిజ్ఞాసువులకి ఎక్కడ ఉన్నవో తెలియదు. అలాగే కొన్ని లైబ్రరీ లో కొన్ని రకాల పుస్తకాలు మాత్రమే లభ్యం అవుతున్నాయి, అంతేగాక విలువైన గ్రంథాలు సరైన సంరక్షణ లేక కనుమరుగైపోతున్నాయి, కనుక మన అందరి కోసం భారత ప్రభుత్వం పురాతన ఆధ్యాత్మిక గ్రంథాలను సంరక్షించే నిమిత్తం ఎంతో శ్రమతో కంప్యూటరీకరణ ద్వారా ఒక చోట చేర్చుతూ ఆన్ లైన్ చేయటం జరిగింది. ఇటువంటి విలువైన జ్ఞాన సంపదను మరింత సులభంగా అందుబాటులోకి తీసుకురావటానికి సాయి రామ్ సేవక బృందం ఉడతా భక్తి గా ఇప్పటివరకే దాదాపు 5000 పుస్తకాలను వివిధ వర్గాలుగా విభజించి PDF(eBOOK) రూపంలో ఆన్ లైన్ లో ఉచితంగా అందించటం జరిగింది. కనుక ప్రతి ఒక్కరు ఈ సదవకాశాన్ని సద్వినియోగం చేసుకోగలరు. ఇందుకు సహాయం అందించిన భారత ప్రభుత్వపు వెబ్ సైట్( డిజిటల్ లైబ్రరీ అఫ్ ఇండియా <http://www.new.dli.ernet.in>), ఆర్కైవ్ వెబ్ సైట్(<https://archive.org>), గూగుల్ వెబ్ సైట్(<https://www.google.co.in>), మైక్రోసాఫ్ట్ వెబ్ సైట్(<http://www.microsoft.com>) కు మేము ఋణపడివున్నాము.అలాగే ఇటువంటి బృహత్తర కార్యక్రమానికి పెద్ద మొత్తం లో గ్రంథాలను అందించిన తిరుమల తిరుపతి దేవస్థానమునకు కూడా మనం ఋణపడివున్నాము. సాయి రామ్ సేవక బృందం కోరుకొనేది ఒక్కటి, ప్రతి ఇల్లు ఆధ్యాత్మిక జ్ఞాన గ్రంథాలతో నిండిపోవాలన్నదే మా కోరిక.

ఈ గ్రంథాలను ఉచితంగా ఆన్ లైన్ లో చదువుటకు, దిగుమతి(డౌన్లోడ్) చేసుకొనుటకు గల మార్గాలు:

- 1) భారత ప్రభుత్వపు వెబ్ సైట్: <http://www.new.dli.ernet.in> లేక <http://www.dli.ernet.in>
- 2) సాయి రామ్ వెబ్ సైట్: <http://www.sairealattitudemanagement.org>
- 3) సాయి రామ్ గూగుల్ సైట్: <https://sites.google.com/site/sairealattitudemanagement>
- 4) ఆర్కైవ్ వెబ్ సైట్: <https://archive.org/details/SaiRealAttitudeManagement>

ఈ జ్ఞాన యజ్ఞం పై గల సలహాలు,సూచనలకు సేవక బృందాన్ని సంప్రదించుటకు: [sairealattitudemgt@gmail.com](mailto:sairealattitudemgt@gmail.com)

సాయి రామ్ భక్తి,జ్ఞాన సమాచారం: <https://www.facebook.com/SaiRealAttitudeManagement>

సాయి రామ్ భక్తి,జ్ఞాన సంబంధ వీడియోలు: <https://www.youtube.com/user/sairealattitudemgt>

ఈ జ్ఞాన యజ్ఞంలో ప్రతి ఒక్కరు పాల్గొని, ఈ అవకాశాన్ని సద్వినియోగం చేసుకొని,మీరు సంతృప్తులైతే మరొక సాధకునికి, జిజ్ఞాసువులకు మార్గం చూపించగలరని ఆశిస్తున్నాము. మీరు చదువుకోవటంలో ఏమైనా ఇబ్బంది కలిగితే సేవక బృందంను సంప్రదించగలరు. ఒకవేళ మా సేవలో ఏమైన పొరపాటు వస్తే మన్నించగలరు.

ఈ గ్రంథపు భారత ప్రభుత్వ డిజిటల్ లైబ్రరీ గుర్తింపు సంఖ్య: 2030020025444

గమనిక: భక్తి,జ్ఞాన ప్రచారార్థం ఉచితంగా eBook రూపంలో భారత ప్రభుత్వపు సహాయంతో ఇవ్వడం జరిగింది. ఈ గ్రంథముపై వ్యాపార,ముద్రణ హక్కులు రచయిత,పబ్లిషర్స్ కి గలవు, కనుక వారిని సంప్రదించగలరని మనవి చేసుకొంటున్నాము.

**SaiRealAttitudeManagement(SAI RAM) - సాయి నిజ వ్యక్తిత్వ నిర్వహణ(సాయి రామ్)**

**\* సర్వం శ్రీ సాయినాథ పాద సమర్పణమస్తు \***



భారత ప్రభుత్వపు వెబ్ సైట్ - డిజిటల్ లైబ్రరీ అఫ్ ఇండియా

<http://www.new.dli.ernet.in>

Digital Library of India: Inc. X

www.new.dli.ernet.in

# Digital Library of India

Hosted by: Indian Institute of Science, Bangalore in co-operation with  
CMU, IIT-H, NSF, ERNET and MCIT for the Govt. of India and 21 major participating centres.

Home Vision Mission Goals Benefits Content Selection Current Status People Funding Copyright Policy FAQ RFP

Books Journals  
Newspapers  
Palm-Leaves (Manuscripts)

Title:

Author:

Year:  to

Subject:

Language:

Scanning Centre:

[Presentations and Report](#)  
[Statistics Report](#)  
[Status Report](#)  
[Feedback](#) | [Suggestions](#) |  
[Problems](#) | [Missing links or Books](#)

Click [here](#) for PDF collection  
DLI MIRROR at IUCAA Data Center PUNE

For the first time in history, the Digital Library of India is digitizing all the significant works of Mankind.

[Click Here to know More about DLI](#) <sup>New!</sup>

Books	Journals	Newspapers	Manuscripts
<ul style="list-style-type: none"><li><a href="#">Rashtrapati Bhavan</a></li><li><a href="#">CMU-Books</a></li><li><a href="#">Sanskrit</a></li><li><a href="#">TTD Tirupathi</a></li><li><a href="#">Kerala Sahitya Akademi</a></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><a href="#">INSA</a></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><a href="#">Times of India</a></li><li><a href="#">Indian Express</a></li><li><a href="#">The Hindu</a></li><li><a href="#">Deccan Herald</a></li><li><a href="#">Eenadu</a></li><li><a href="#">Vaartha</a></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><a href="#">Tamil Heritage Foundation</a></li><li><a href="#">AnnaUniversity</a> <sup>New!</sup></li></ul>

Title Beginning with.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Author's Last Name

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Year

1850-1900	1901-1910	1911-1920	1921-1930	1931-1940	1941-1950	1951-
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-------

Subject

Astrophysics	Biology	Chemistry	Education	Law	Mathematics	Mythology	Religion	For more subjects...
--------------	---------	-----------	-----------	-----	-------------	-----------	----------	----------------------

Language

Sanskrit	English	Bengali	Hindi	Kannada	Marathi	Tamil	Telugu	Urdu
----------	---------	---------	-------	---------	---------	-------	--------	------



# అతి విశిష్టం ఈ దానం!

స్వామి వివేకానంద

“దానాలలోకెల్లా ఆధ్యాత్మిక విద్యాదానం చాలా శ్రేష్ఠమైంది! దాని తరువాతిది లౌకిక జ్ఞానదానం, ప్రాణదానం, అన్నదానం” అని వ్యాసమహర్షి చెప్పారు.

మన ఆధ్యాత్మిక జ్ఞానం భారతదేశ హద్దులలో నిలిచి పోకూడదు. లోకమంతటినీ ఆవరించాలి! ఇలా లోకవ్యాప్తమైన ధర్మప్రచారాన్ని మన పూర్వులు చేశారు. హైందవ వేదాంతం ఎన్నడూ ఈ దేశం దాటి పోలేదని చెప్పేవారూ, మతప్రచారార్థం తొలిసారిగా, పరదేశాలకు వెళ్ళిన సన్యాసిని నేనే అని చెప్పేవారూ, తమ జాతిచరిత్ర నెరుగని వారే! ఇలాంటి సంఘటనలు ఎన్నోసార్లు జరిగాయి. అవసరమైనప్పుడల్లా, భారతీయ ఆధ్యాత్మిక జ్ఞానప్రవాహం వెల్లువలా లోకాన్ని ముంచెత్తుతూ వచ్చింది.

రాజకీయ ప్రచారాన్ని రణగొణధ్వనులతో, యోధులతో సాగించవచ్చు. అగ్నిని కురిపించి, కత్తిని జళిపించి, లౌకిక జ్ఞానాన్నీ సంఘనిర్మాణ విజ్ఞానాన్నీ విరివిగా ప్రచారం చేయవచ్చు. కానీ ఆధ్యాత్మిక జ్ఞానదానం కళ్ళకు కనిపించకుండా, చెవులకు వినిపించకుండా కురుస్తూ, రోజూ పువ్వుల రాసుల్ని వికసింపజేసే మంచులాగా నిశ్శబ్దంగా జరగవలసి ఉంది. భారతదేశం నిరాడంబరంగా, లోకానికి మళ్ళీ మళ్ళీ చేస్తూ వచ్చిన దానమిదే!

మిత్రులారా! నేను అవలంబించే విధానాన్ని తెలియజేస్తాను వినండి. భారతదేశంలోనూ, ఇతర దేశాల్లోనూ మన పారమార్థిక ధర్మాలను బోధించడానికి తగినవారుగా మన యువకుల్ని తయారు చేయడానికై భారతదేశంలో కొన్ని సంస్థలను నెలకొల్పాలి! ఇప్పుడు మనకు కావలసింది బలిష్ఠులు, జవసంపన్నులు, ఋజువర్తనులు, ఆత్మ విశ్వాసపరులు అయిన యువకులు. అలాంటి వారు నూరుమంది దొరికినా, ప్రపంచం పూర్తిగా పరివర్తన చెందగలుగుతుంది!!

ఇచ్చాశక్తి తక్కిన శక్తులన్నీ కన్నా బలవత్తరమైంది. అది సాక్షాత్తూ భగవంతుని దగ్గరి నుండి వచ్చేదే కాబట్టి దాని ముందు తక్కినదంతా లొంగిపోవలసిందే. నిర్మలం, బలిష్ఠం అయిన ‘ఇచ్చ’ (సంకల్పం) సర్వశక్తిమంతమైంది. దానిలో మీకు విశ్వాసం లేదా? ఉంటే మీ మతంలోని మహోన్నత ధర్మాలను ప్రపంచానికి బోధించడానికై కంకణం కట్టుకోండి. ప్రపంచం ఆ ధర్మాల కోసమై ఎదురుచూస్తోంది. అనేక శతాబ్దాలుగా ప్రజలకు క్షుద్రసిద్ధాంతాలు నేర్పడం జరిగింది. వారు వ్యర్థులని ప్రపంచమంతటా బోధలు జరిగాయి. ఎన్నో శతాబ్దాల నుండి వారు ఈ బోధనల వల్ల భయభ్రాంతులై, పశుప్రాయులైపోతున్నారు. తాము ఆత్మస్వరూపులమనే మాటను వినడానికైనా వారెన్నడూ నోచుకోలేదు. “నీచాతినీచుడిలో కూడా ఆత్మ ఉంది. అది అమృతం, పరమ పవిత్రం, సర్వశక్తిమంతం, సర్వవ్యాపకమైనది” అని వారికి ఆత్మను గురించి చెప్పండి. వారికి ఆత్మవిశ్వాసాన్ని ప్రసాదించండి. ❖



మూలం: శ్రీ రామకృష్ణ ప్రభ - ఫిబ్రవరి 2014

# వినువీధి

మదరాసు యూనివర్సిటీ వారి బహుమతి పొందిన

ఉత్తమ ఖగోళ శాస్త్ర గ్రంథము

రచయిత

ఎ. వి. యస్. రామారావు

ఆధునిక విజ్ఞాన గ్రంథమాల

కాకినాడ



## విషయానుక్రమణిక

	పుట
మొందుమాట—డా. శ్రీపాద గోపాలకృష్ణమూర్తి	v
భూమిక—శ్రీ ఎమ్. వి. నరసింహస్వామి	vi
కృతజ్ఞత	xii
ప్రస్తావన	1
భూమి	11
సభోగోళము	61
నక్షత్రరాసులు	71
సూర్యకుటుంబము	101
సూర్యుడు	121
చంద్రుడు	160
గ్రహములు	174
తోకముక్కలు	223
ఉల్కలు	232
నక్షత్రములు	239
గెలాక్సీలు, నెబ్యులాలు	297
ఉపసంహారము	313
అనుబంధములు	316
పారిభాషిక పదకోశము	325
పారిభాషిక శబ్దావళి	326
సూచిక	328

## ముందుమాట

సర్వభాతుల పునోగమనముతో సరితూగుటచే మనకు వైజ్ఞానిక పరిశోధన లెంతఅవసరమో, ఆభాతుల నిండుజీవితమును అందుకొనుటకు విజ్ఞాన విప్లవీ, వైజ్ఞానిక దృష్టి అంత అవసరమూనూ మనకే. తెలుగులో సాధించగలగు నిర్దిష్టవైజ్ఞానిక గ్రంథసంచయము లేకుండు. అందునను ప్రాజ్ఞాపాకసన్నిభము లగు గచనలు బొత్తిగా తక్కినవి. శ్రీరామారావుగారి యారచన సాధారణవిజ్ఞానపూర్ణము, సులభశైలి సంశోభితము, వైజ్ఞానిక దృష్ట్యాప్తావకము. పురాతనభారతీయసిద్ధాంతముపట్ల దురభిమానమూ, ప్రచండభావాపండిత్యప్రదర్శనమూ అనుకొందు అవగుణములకు దూరమై పరిమాన్యులమును కలిగించు సులభ దర్శమునుగాక పరిమాన్యును బోధించు పవిత్రాదర్శముతో రచింపబడ్డ శాస్త్రగ్రంథ మిది. ఆంగ్రవాజ్ఞయములలో సాధకారి, పరిచూర్ణి, విజ్ఞానశాస్త్రశాఖ కీగ్రంథము వేగుచుక్క.

శ్రీరామారావుగారి గ్రంథములలో వినువీధి సంతటిని చక్కగ పర్యవేక్షించినారు. వారి ప్రస్తావన విని మనము భూపరిశీలనముతో ప్రారంభింతుము. భూమి అకారము, భ్రమణము, పరిభ్రమణము, పరిభ్రమణకారణము, ద్రవ్యరాశి, ఇత్యాది వైజ్ఞానిక విశేషముల నన్నిటిని పరికింతుము. తరువాత దృశ్యమానసభోగశయ, నక్షత్రరాసులు, సూర్యగ్రహణము, నక్షత్రములు, గెలాక్సీలు, నెబ్యులాలు, అన్నీనూ,— వినువీధినిగూర్చి నాగరికులెరుగవలసిన విజ్ఞానసంపద సంతటిని ఈ మూడుపందలపుటల ఆవరణలో మనము నేకరింపగలము.

రామారావుగారి శైలి తెలుగుభాషాసర్వస్వపు తొలిపుటలు తీర్పు వ్యవసాయములలో విశుభ్రమై, నిర్దిష్టవైజ్ఞానిక శస్త్రావళి చేర్పులతో దీప్తివంతమై, అన్వయసౌలభ్యముతో సువిజ్ఞాతమై, వినువీధివలెనే మనల నాకర్షించుచున్నది.

అభిమానపు బారు లేగ్గడని ఆంగ్రవాజ్ఞయసముద్రములలో ఈ యువకి నావికుడు “వినువీధి”ని సముక్తాని తనవైజ్ఞానిక యాత్రలను తెరచిప విచ్చినాడు. ఫలమును ఆంగ్రహాకిము ప్రసాదించును గాక.

మదరాసు }  
28-11-54 }

**శ్రీపాద గోపాలకృష్ణమూర్తి**  
జ్యోతిక శాస్త్రాచార్యుడు  
రాజధాని కళాశాల



## భూమిక

భూతలముపై శతాబ్దములతరబడి మానవజీవితపథపరిష్కారమందు ప్రచురముగా పాల్గొనిన ఖగోళవిజ్ఞానము ఆధునిక లోకవ్యవహారపరిష్కృతికి అమితముగా నోహదమొనర్చినేటి మానవజీవితసంస్కృతిలో శాశ్వత స్థానము నార్జించుకొనినది.

ఖగోళవిజ్ఞానము మానవయుద్ధియందు మొట్టమొదట పాడనూపినది మొదలు మానవుని దృష్టిని వినువీధినికన్నట్లుజ్యోతిర్గణములు బలాత్కారముగా నాకర్షించినవి. వాటి అనభిగమ్యాన్నత్యము, అప్రకంప్యాత్మరత్యము, అప్రతిమాన ఔజ్వల్యము తొలిమానిసిహృదయమును మొదట ఆశ్చర్యమునకు, పిమ్మట ఆరాధనకు ప్రేరించినవి. ఈజ్యోతిర్గణములన్నియు, అందున ముఖ్యముగా సూర్యుడు, తన జీవితవ్యాపారమును నియంత్రించు అధిజీవితస్వరూపములని ఆనాటిమానవుడు తలంచెడివాడు.

ఆశ్చర్యావహదీప్తిచుంతములై కంటి కిగపడు ఈజ్యోతిర్మూర్తులు, అవాక్మాననగోచరము, నిరతిశయ దీప్తియుతమును అగు పరంజ్యోతికి ఉపలక్షణముగా స్వీకరించి అపరోక్షానుభూతికి పూర్వరంగముగు సగుణారాధనకు మానవుడు కడంగినాడు.

“అథ య ఏషో అంతరాదిత్యే హిరణ్మయః పురుషో దృశ్యతే  
....తస్యో దితి నామ సఏష సర్వేభ్యః పాపృభ్య ఉదితః ఉదే  
తిహ వై సర్వేభ్యః పాపృభ్యో య ఏవం వేద” (ఛా 1.6.6)

(సూర్యమండలాంతర్వర్తి యగు హిరణ్మయపురుషుడు ‘ఉత్’ అను నామము గలవాడు. ఈతడు సర్వపాప విముక్తుడు. ఈయని సెవ్వ డుపాసించునో వాడు సర్వపాపములనుండి విముక్తు డగుచున్నాడు.)

“అథ యదతః పరో దివో జ్యోతి ర్దీప్యతే, విశ్వతః  
సృష్టేషు, సర్వతః సృష్టేషు, అనుత్త మేషు ఉత్త మేషు

రొకేపు ఇదం వావతర్ యద్విదం అస్మిన్నంతఃపురుషే

జ్యోతిః" (ఛా 3-13-7) (ఈద్యులోకమునకంటె మీదుగా శేజ్యోతిస్సు ప్రకాశించుచున్నదో, యేజ్యోతిస్సు ప్రాణివ్యముమీదను, భూలోకముమీదను అంతకంటె సుత్కృష్టములగు సమస్త లోకములమీదను ప్రకాశించుచున్నదో ఆజ్యోతిస్సే పురుషశరీరమందాను ప్రకాశించుచున్నది.) అని ఔపనిషదకర్తలు ప్రస్తుతించినారు.

ఈజ్యోతిరానుల ఆరాధనయే ముందు ఫలజ్యోతిషశాస్త్రమునకు, తరువాత ఖగోళవిజ్ఞానమునకు దారితీసినది.

కేవలము మానవ చైతన్యవికాసముగనే కాక, నక్షత్రవిద్య, దైనందిన మానవవ్యాపారమునకుమాడ క్రమశః బహుళోపకారకముగా నాచరించినది. ఉదయాస్తమయ పర్యాయసూచితమైన దైనందిన చలనము వలనను రాశిచక్రపరిమితమగు సాంవత్సరిక చలనమువలనను సూర్యుడు నిద్రించుట, మేల్కొనుట మొదలగు పర్యాయక్రమబద్ధమగు ప్రాణిలోక వ్యాపారములను నియమించు హ్రస్వ, దీర్ఘ కాలవిభాగములకు కారకుడైనను మానవుడు కాలవిభాగవిధాతగా మొట్టమొదట చంద్రుని గ్రహించినాడు. సూర్యుని కాలఘటకునిగా గ్రహించలేకపోవుటకు చంద్రుని అట్లు గ్రహించుటకు రెండుకారణములు గలవు. మొదటిది : వినువీధియందుచంద్రుని చారము సూర్యునిదానికన్న సరళతరము. అందుచేసులభగ్రాహ్యము. రెండవది : అతిలోకదీప్తియుతుడు పవిత్రజ్యోతిర్మార్త్తియు సగుసూర్యుని తుచ్ఛశాకికకాలమానవ్యాపారమున కుపయోగించుట ఆరాధనాచక్రమాన సుడైన నాటిమానవుని కంతగారుచించకపోవచ్చును. నేడు ప్రపంచమందంతట, వివిధదేశములందు వాడుకలోనున్న కాలవిభాగసూచకములగుపంచాంగములన్నియు ప్రాచీనమానవుని ఖగోళప్రత్యవేక్షణలు, ప్రత్యవేక్షణాపరికరములమీదనాధారపడియున్నవే. అహోరాత్రపర్యాయమువలనజనించిన అపరిష్కృతకాలమానజ్ఞానము తరువాత నాగరికమానవునిచే బహుళముగా విస్తరించబడినది. మొదట నక్షత్రములచలనములనాధారముచేసికొనియు,



జరువాత గడిచిన కాలములను వెనువలగు నిశితపరికరములు మనయొగించియు, కాల  
జ్ఞానము వృద్ధిని గాంచినది. కొన్ని నూతనసూక్ష్మపరికరములను ఉపయోగించి, మన  
ప్రస్తుత కాలమానజ్ఞానమంతయు ఖగోళ ఆవేక్షణల ఫలముగా జనించినదియే.

కాలస్వభావనం వేదనయందే కాక, ఇంకొక దెసలోనూడ మానవచైతన్యము ఖగోళ పర్యవేక్షణను చే నుత్తేజింపబడినది. అది దిక్పర్యవేక్షణ. కాలసం  
వేదనవలె దిక్సంవేదనకూడ, ముఖ్యముగా నభోమూర్తుల ఆవేక్షణలవలననే  
పెంపొందినది. తమకు, తమ పశువులమందలకు వలయు ఆహారముకొరకు  
ప్రామేక రాత్రయముగా భూమిని పర్యవేక్షించుచున్న చలనవాసుల (Nomads)  
దిజ్విర్యేత ప్రయత్నములు మొదలుకొని, ఆధునికనాకాయానసౌకర్యాపాదక  
మగు దిజ్విర్యేత నిర్వహణమువరకు నక్షత్రములే మానవునికి ఆస్థానాధిపతిగా  
ముఖ్యముగా సాయపడినవి. భూమియొక్క ఖగోళాకృతి, దానిపరిమాణము తెలి  
సినతరువాత, ఖగోళమును, దానినావరించుకొనియున్న ఖగోళమును, ఆవేక్ష  
ణలనాధారముగాగొని ఖగోళవిజ్ఞాని సమవిభాగములుగా విభజించెను. భూత  
లముపై తాను ఆర్జించిన పరిమాణవిజ్ఞానమునందఱగాగొని, ఖగోళప్రమాత,  
ఖగోళాంతరాళమందు పర్యవేక్షించుచున్న నభోమూర్తుల దూరమును కొలుచుటకు  
సాహసించెను. ఇట్లు భూమికి సూర్యునికి, భూమికి చంద్రునికి మధ్యనున్న  
దూరములను, భూసప్తశతములగు గ్రహముల దూరములను గతులను శోధిత్విర్వి  
దులు నిర్ణయించిరి. ఈ ఖగోళచలనప్రకారములను అన్వేషించుటలో అనే  
కములగు గణితశాస్త్రసమస్యలు పరిష్కరించబడినవి; పద్ధతులు విస్తరించబడి  
నవి. ఖగోళజగత్తును అన్వయించు ఈ గణితమే ఇటీవల పరమాణుగతనా  
రమాస్యములను ఉద్ఘాటించుటకునూడ పరమాణుశాస్త్రములకు అంశముప  
యోగించినది.

దూరదర్శనిపరికరమునిర్మితమైనతరువాత ఖగోళవిజ్ఞాన మిన్నపట్టి  
నది. నభోమూర్తుల దూరములను కొలుచుటయే గాక, వాటిభౌతిక స్వభావము  
లను గవచలము అనుశీలించుటకు శాస్త్రాధ్యయనము మొదలిడినాడు. కాని  
వర్ణమాణుష్యని (Spectroscope), ఛాయాచిత్రగ్రాహకము (Photo  
graphic Camera), సూక్ష్మదీప్తమాపకము (Sensitive Photometer)

అనుపరికరములు ఖగోళాశ్వేషణయై సజ్జములైనతగువాత ఖగోళవిజ్ఞానము అత్యాశ్చర్యకరమైనఆభివృద్ధినిగాంచినది. దగ్గరగానున్న సూర్యమండలమునకు చెందినసూర్యుడు, గ్రహములు, ధూమకేతువులు, వీటిభౌతికస్వభావములను అవగాహించుకొనుటయందుజయమురాంచినపరిశీలనపద్ధతులను, విశ్వాంత రాశమున ఆతిదూరముననున్న జ్యోతిర్నిలనులకు అన్వయింపచేసి, నక్షత్రముల, నక్షత్రలోకముల ప్రాదుర్భావము, మనికి, వినాశము, వాటిజాతులు, పరిమాణములు, ఆకృతులు, భౌతికగాసాయనికసంఘట్టనలు మొదలగు అత్యుత్పతవిషయములను శాస్త్రకర్త ఆవిష్కరించెను. అన్నిటికన్న విస్మయాపాదకమగువిషయము విశ్వవ్యాకోచము. ఈఅద్భుతసంఘటనను వివరించుపట్ల శాస్త్రకర్తలు కవులగుచున్నారు. విశ్వమందు మొదట నున్న ద్రవ్యమెట్టిది? అది నూతనసృష్టియా, అనాయా? అదిఏవిధమున పరిణామమునుచెంది లోకాలోకములగుచున్నది? విశ్వపరిమాణవిస్తృతములగుఈసమస్యలముందు, సూర్యమండలమునకుచెందిన గ్రహోపగ్రహ ప్రాదుర్భావము, సూర్యుని, తాగ్రతగ్రహముల భౌతికస్థితులు, వీటినిగురించిజజ్ఞాన మహత్వమునుకోలుపోవుచున్నది. ఈసమస్యలనుసాధించుసందర్భములో, మనప్రాచీనఋషులచే రెడవబడిన పర్యాయస్పష్టి, సంతతస్పష్టి, సంకల్పస్పష్టి మొదలగుఆర్షభావములు ఆధునికవేషములుధరించి బయలు వెడలుచున్నవి. సిద్ధాంతబాహుళ్యమెప్పుడును తత్త్వనిర్ణయమునకు ప్రతిబంధకమే. సిద్ధాంతములు సామంజస్యసూత్రముననుసరించి కల్పించబడినను, ఆసిద్ధాంతములకాధారములైన అవేక్షణాకృష్టభూతాద్ధములు, నిజముగా ఆశ్చర్యజనకములు. ఖగోళములదూరములు, వాటిచలనవేగములు, వాటిపరిమాణములు, వాటితాపక్రమస్థితులు మొదలగువిషయములను జ్యోతిశ్శాస్త్ర గ్రంథములందు మనము చదువునపుడు మనబుద్ధిభ్రమించును. భూతలమందు మనకు పరిచితమగు పరిమాణములతో పోల్చిచూచిన ఈఖగోళపరిమాణములు ఊహనుమిరిపోయినవి; గణనాపరసీమను తాకినవి. సెకనునకు 1,86,000 మైళ్లవేగముతో అంతరాళమున పయనించువెలుతురు, దూరవిశ్వకోణములం

దున్న కొన్ని కక్షాభ్రాతములనుండి భూమిని చేరుకొనుటకు 10 లక్షల సంవత్సరములు పట్టినవి. ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులను మనకు తెలియజెప్పినపుడు, భూమి నుండి ఆనక్షాభ్రాతములను ఆపగలిగించుకొనుటయెట్లు? లేదా మన పాలపుంత 1,00,000 కాంతిసంవత్సరములవ్యాసము, 10,000 కాంతిసంవత్సరముల దశసరిల ఆండవృత్తాకార ఖగోళముని మనలను శాస్త్రజ్ఞుల హెచ్చరించినపుడు ఈ పరిమాణము హత్వమును బుద్ధికెక్కించుటయెట్లు? వైపెచ్చు విశ్వము విశ్రాంతముగా వ్యాకోచింపచున్నదట. “బృహి, వృద్ధా” అను భాతువునుండి ఉత్పన్నమై ‘బృంహతి’ (అనన్తతే) ఎల్లపుడును నృద్ధిచెందునను ఖగ్గముగల “బ్రహ్మ” పదమునకు విశ్వవ్యాకోచసాధ్యంతములు నవీన వ్యాఖ్యానములవలె గోచరించుచున్నవి. “మహతో మహియాన్” అని ప్రతి. నిర్దిష్టనిరవధికమైనపుయొక్క బృహత్పరిమాణమునకు విశ్వపరిమాణము కొంచెనిొడగుచట్లకనుపించును. ఏలయన, నిశ్వము, విశ్వశరీరండు వస్తువులును దురవగాహపరిమాణములుకలవియే.

భూతలమందు మానవుడు ప్రకృతిమై మహత్తరవిజయములను గాంచి నాడు; ప్రకృతిని తనదానినగా చేసికొన్నాడు. విశ్వసృష్టికర్తలమానికము తానని మానవుడు గర్వముతో విగ్రహింపకు తనప్రకృతిపటికరిణము కారణముకావచ్చును. ఇట్టి దురహంకారపూరితుడగుపురుషునిచేతికి ప్రస్తుత గ్రంథమువంటి నవీనఖగోళశాస్త్రగ్రంథము నొకదానినిచ్చి దానినతనిచేచది వింపచేసినయెడల బుర్రకెక్కినమస్తంతయు మంత్రించినట్లు దిగిపోవును. “ఖగోళశాస్త్రమువర్ణించునిరవధికమహత్వముగలవిశ్వమెక్కడ, అట్టివిశ్వాంతరాళమున నొకమూలనున్న ఒక ఇసుక నెగనుపాటియైనజేయనిభూమియందు బారియలుపెట్టి కాలక్షేపముచేయుచు విగ్రహించున్న ఈతుచ్చమానవకీటమెక్కడ” అని యనిపించును.

ప్రస్తుతగ్రంథముపరిమితపరిమాణముగలదియైనప్పటికిని ఇది నవీనఖగోళవిజ్ఞానమును మనకందజేయు గ్రంథములలోటిలో చేరినది. ఇందు వేరు వేరుశీర్షికల చదలుచదువునంతటిని చవులుగొలుపుతెలుగునుడికారమున సంత

రించి, గ్రంథకర్త చదువరులకుచవిచూపినాడు. విషయము గంభీరమైనను, గానినినులభావగాహముగాజేయుటయందు గ్రంథకర్త గాంచిన విజయము ప్రశంసార్హము. ఈ గ్రంథమును సాంతముగ చదివినతరువాత చదువరుల మానసమందు ఇంకను ఉద్బ్రంధముల నవలూకించి విశేషవిషయముల తెలిసికొనవలయునన్ను తుతూహలములే కెత్తినయెడల గ్రంథకర్త ఉద్యమము ఫలనంతమగును. తెలుగుభాషలో రచించినశాస్త్రగ్రంథములు చాలతక్కువగా నున్నవి. ఉన్నవాటిలోనైన విషయము నుఖప్రతీతికొరవడియున్నది. ప్రస్తుత గ్రంథము చదువరులఉపలబ్ధినిఆయాసపెట్టకుండ వారికి విషయవిశదపరిచయమును చేకూర్చును. అదిగాక పాఠకులు ఈగ్రంథమువై పుచూపుటదరము గ్రంథకర్తను ఇటువంటిశాస్త్రవిషయవైశద్యాపాదకములగు శాస్త్రగ్రంథముల నింకననేకముల తెలుగులో వ్రాయుటకుపురికొల్పగలదని ఆశించుచు ఈభూమికను ముగించుచున్నాను.

చెన్నపట్టణము  
తెలుగుభాషాసమితి  
జయనామసంవత్సర  
భాద్రపద బహుళ చతుర్దశి  
25-9-54

మే. వ. నరసింహస్వామి  
తెలుగువిజ్ఞానసర్వస్వ భౌతికరాసాయనికశాస్త్ర  
సంపాదకుడు



# కృతజ్ఞత

ప్రావిడెన్సావలలో ఆధునికశాస్త్రవాదులును సభివృద్ధిపరచుటచే చెన్నపురి విశ్వకళాపరిషత్తువా కేర్పరచిన 'పోటీ' యీ గ్రంథరచనకు కారణము. ఆ 'పోటీ'కివచ్చిన గ్రంథములలో దీని నుద్దేశమైనదనిగా నెంచి బహుమానమొసగి దీనిప్రచురణకు కారణభూతులైన చెన్నపురి విశ్వవిద్యాలయమువారి కౌలయు కృతజ్ఞుడను. నాయందలి వాత్సల్యముచే కోరినదేతవపుగ 'మందుమాట'ను, 'భూమిక'ను వ్రాసియిచ్చి, నన్నాశీర్వాదించిన ముస్సరుపర్యులు డాక్టరు శ్రీపాద గోపాలకృష్ణమూర్తిగారికిని, శ్రీ ఎమ్. వి. నరసింహస్వామిగారికిని నా వందనములు.

ఈ గ్రంథరచనయందును, ముద్రణమందును పలువురుమిత్రులు నాకు సాయపడిరి. పూజ్యులు శ్రీమల్లంపల్లి సోమశేఖరశర్మగారి యమూల్య సహాయ్యసంపద నాకు లభింపకపోయినచో ఈగ్రంథ మింతత్వరలో వెలువడియుండెడిదికాదు. శ్రీవసంతరావు వేంకటరావుగారు దీనిని సహృదయులై పరిశీలించిరి. ఉభయభాషాప్రవీణ శ్రీ మహ్మూరి సూర్య నారాయణశాస్త్రిగారు భాషావిషయమున సనేకనూచన లొసగిరి. వీర రెల్లగారు నా హృదయపూర్వకపందనములు.

ఈపుస్తకమున ప్రచురించిన 4, 5, 6, 7, 9, 10, 17 పటముల ఛాయాచిత్రములను కోడైకనాల్ అబ్జర్వేటరీవారును, 18 వ పటము ఛాయాచిత్రమును నైజామియాఅబ్జర్వేటరీవారును, 19 వ పటము ఛాయాచిత్రమును జియలాజిక్ సర్వే ఆఫ్ ఇండియావారును, 11, 24, 28, 30, 31, 32 పటముల ఛాయాచిత్రములను సయిన్సు సొసైటీ, మదరాసు వారును ఒసగిరి; తమకుచెందిన పటములను వినియోగించుకొనుటకు మాంట్ విల్క్నాట్ & పేలమార్ అబ్జర్వేటరీవారనుచుతిండిరి. వారల సహృదయతకు నాధన్య వాదములు.

# ప్రస్తావన

‘శారదాత్రయ ఐజ్ఞ్వలలసత్తరతారకహారపంతులన్  
జారుతరంబులయ్యె.....’

‘రేనెలుగు ఛాయలులేని శరన్ని శీఘములందు వినువీధిని  
సానబెట్టిన నజ్రములనలె మిలమిల ప్రకాశించు నక్షత్రముల  
యతిలోకసౌందర్యమునగు కవితల్లజ్జడైన నన్నయ ముగ్ధుడై,  
తన యానందమును కవితారామణీయకముఖో జోడించి  
వాగ్రూపమున పై పద్యభాగమందు చిత్రించెను. ఈ యానంద  
పారవశ్యము ప్రతి ప్రేక్షకునకును సామాన్యమే. సామాన్య  
ప్రేక్షకుడు కవిగామిచే ఆ యానందమును తన మనస్సునందే  
జీర్ణించుకొనును. ఆనందజనకమగు వస్తువునుగురించిన జ్ఞానమా  
యానందము నినుమడింపజేయు ననుట నిర్వివాదము కదా !  
కాబట్టి ఆనందజనక గగనదృశ్యముయొక్క నిగూఢ రహస్యము  
నొకింత యవగాహనము చేసికొనుటకు ప్రయత్నింతము.

శీర్ష భాగమం దదుమబడిన గుండ్రని పెద్దడిప్పవలె ఆకా  
శము కనపడును. కాని నిజమునకు ఆకాశమనునది ద్రవ్య  
రూపమున నేమియునులేదు. ఆకాశము శూన్యప్రదేశమే.  
మనయాహకందనంత దూరమువరకును ఆశూన్యప్రదేశ  
మున్నది. అంతయెక్కువ దూరమునకు నున్న ఆశూన్యప్రదేశ  
శములో చాలతక్కువభాగము మాత్రమే మనకంటికి ఆనును ;  
అప్పుడు శీర్ష భాగమం దదుమబడియున్న గుండ్రనిడిప్ప భూమిపై

బోర్లింపబడిన ట్లది మనకు కనిపించును. ఆకాశమని మనము తఱచుగా వ్యవహరించుచున్నది అట్లు గుండ్రని డిప్పవలె కనబడుచున్న దాని లోపలి తలమే.

ఆకాశమువైపు చూచినపుడు జ్యోతులవలె ప్రకాశించుచు అనేకమూర్తులు మనకు గోచరమగును. ఆకాశమందున్నట్లుగా గోచరించుచున్నవి కాబట్టి ఆమూర్తులను సభోమూర్తులని సాధారణముగా వ్యవహరింతురు. వీనిలో చాలమూర్తులు గోళాకారమున నుండును. ఆపేతువుచేత ఖగోళములని కూడ వానిని పేర్కొనుట కలదు. ఖగోళము లనగా ఆకాశమందున్న గోళములే.

ఆకాశమునకు వెనుక ధగధగ మండుచు దివ్యాగ్ని యున్నదనియు, ఆకాశములోని రంధ్రములమూలమున మన కగపడుచున్న ఆ దివ్యాగ్నియే సభోమూర్తులనియు పూర్వులను కొనుచుండెడివారు. కాని ఇది నిజముకాదు. ఆకాశ మనెడి దేదియు ద్రవ్యరూపముతో లేనపుడు దానికి చిల్లులుండుట, దానికి వెనుకనున్న దివ్యాగ్ని ఆ చిల్లుల ద్వారముగ సభోమూర్తులుగా గోచరించుట అసంభావ్యము గదా! నిజమునకు సభోమూర్తులన్నియు ద్రవ్యమయములైన పెద్ద పెద్ద స్వరూపములు.

సభోమూర్తులవైపు ఆకస్మికముగా నొక్కసారి చూచినచో నవి యన్నియు చుక్కలవలె నున్నట్లును, ఒకేవిధముగా ప్రకాశించుచున్నట్లును మనకు స్ఫురించును. కాని నిదానముగా కొన్ని దినములు గంటలు వానిని పరిశీలించినయెడల అవి యొకే

మాదిరిగా ప్రకాశించుటలేదని మనకు తెల్లమగును. ఈవిధముగా సభోమూర్తులందు గలతేడాల నాధారముగా జేసికొని వానిని కొన్నివర్గములుగా శాస్త్రజ్ఞులు విభజించిరి. గెలాక్సీలు, నెబ్యులాలు, నక్షత్రములు, గ్రహములు, ఉపగ్రహములు, తోకచుక్కలు, ఉల్కలు అనుసవన్నియు సభోమూర్తులందలి వివిధవర్గములే.

గగనతలమున మన కగపడుమూర్తులలో అధికసంఖ్యాకములు నక్షత్రములు. నిర్మలమైనరాత్రియందు చంద్రుడు లేని సమయమున ఆకాశమునైపు చూచి, 'అబ్బో! నక్షత్రము లెన్నియున్నవో!' యని వాని కసంఖ్యాకత్వము నాహోపించి ఆశ్చర్యమును ప్రకటింతుము. కాని శాస్త్రపరికరసాహాయ్య మేమియు లేకుండ కంటితో చూచినపుడు కనపడు నక్షత్రముల సంఖ్య అపరిమితము గాదు. మంచి దృష్టిగల మానవునకు ఏదైన నొకసమయములో కనపడునక్షత్రములు సుమారు 3000 ఉండును. భూమిపై రెండవఅర్ధభాగమందున్న మానవున కాసమయములో కనపడునక్షత్రములు కూడ రమారమి అన్నియే యుండును. కాబట్టి కంటికి కనపడు మొత్తము నక్షత్రములు 6000 కంటె నెక్కువ యుండవు. కాని మనకంటికి కనరాని నక్షత్రము లింకను న్నియో బ్రహ్మాండమందు గలవు.

నక్షత్రములు స్వయంప్రకాశకగోళములు. దీపము స్వీయకాంతిచేత ఏరితిగా ప్రకాశించునో అరిగినే ఆకాశములో నక్షత్రములు ప్రకాశించుచున్నవి. భూమినుండి చూచుచున్న

మనుకు మనుకు మనుకు మనువేల్చుచు ఆకాశమున గోచరించు చున్న మూర్తిల్నియు సత్కరించుచే.

వేగుచుక్కను చాలామంది చూచినోరుండును. ఆ చుక్క పొడుపును బట్టియే స్వైత్రుని దైత్యులు జ్ఞేవారనచ్చు చున్నదని తెలిసికొందురు. సత్కరించునలె ప్రకాశించుచు చంద్రునిలేని రాత్రాయందు జ్ఞేవారుజామున కనబడు ఖగోళము లన్నిటికంటెను ఎక్కువ దీప్తిమంతముగా గోచరించున దదయే. సూర్యచంద్రుల తరువాత దాయంత ఎక్కువ దీప్తితో మనకగపడు ఖగోళము మరియొకటిలేదు. నిశితముగా పరీక్షించినచో అది కేవలము సత్కరించునలె చుక్కగా గాక చిన్న బింబముగా గోచరించును. దానముగా కొంతసేపు దాని సవేక్షించినయెడల సత్కరించునలె మనుకు మనుకు మనక అవిచ్ఛిన్నమైన కాంతితో నది ప్రకాశించుచున్నట్లు కూడ మన కనగతమగును.

‘సత్కరించునలె అసగా చుక్కలు స్వయంప్రకాశక ఖగోళముల’ని మనము నిర్వచించినయెడల వేగుచుక్క చుక్క (సత్కరించు) కాజాలదు. అది స్వయంప్రకాశకమూర్తి కాక పోవుటయే అందుకు కారణము. తనపై బడిన సూర్యకాంతితో వేగుచుక్క ఆకాశమున తేజరిల్లుచున్నది. ఇట్లది సూర్య కాంతినలన తేజరిల్లుటయేగాక సూర్యునిచుట్టును ప్రదక్షిణము కూడ చేయుచున్నది. వేగుచుక్కను శుక్రుడని మరియొక పేరు గలదు. శుక్రునివలె సూర్యునిచుట్టును ప్రత్యక్షముగా తిరుగు చున్న ఖగోళములను గ్రహము లందురు. శుక్రునితో కలిసి గ్రహములు మొత్తము పది యున్నవి. బుధుడు, శుక్రుడు,



భూమి, కుంజుడు, ఆప్తిరాముడులు, గురుడు, శని, యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటో అని వాసిపేర్లు.

సభోమూర్తులను పరిశీలించుటకై దూరదర్శిని యను పరికరము నొకదానిని శాస్త్రజ్ఞులు సృష్టించినారు. ఈ పరికరముతో చూచినపుడు దూరముననున్న మూర్తి దగ్గరగ నున్నట్లగుపడును. ఇట్టి పరికరముతో గ్రహముల సవేక్షించి నపుడు చిన్నచిన్న బింబములుగా అవి కనపడును. కాని అదే పరికరముతో సక్షత్రములను పరీక్షించినయెడల నట్టికంటికి కన పడువానికంటె కొంచెము పెద్దదిగా నవి గోచరించినను బింబములుగా మాత్రము ప్రత్యక్షము కావు ; చుక్కలుగనే అవి కనపడును.

ఒక సభోమూర్తి సక్షత్రమో గ్రహమో దూరదర్శిని లేకుండకుండ తెలిసికొనవచ్చును. కొన్ని దినములు లేక నెలల కాలస్యనభ్యో సక్షత్రములనుబట్టి గ్రహముల సాపేక్ష స్థానములతో మాపు సచ్చును. కాని సక్షత్రముల స్థానములలో సట్టి మాపు గోచరము కాదు. ఆకాశమున మనకు ప్రత్యక్షమగు మూర్తులలో గ్రహములసంఖ్య చాల తక్కువ.

గ్రహములు గాక నూపునిచుట్టు ప్రత్యక్షముగా తిరుగుచున్న మూర్తులలో ముఖ్యమైనవి తోకచుక్కలు. సభోమూర్తులన్నింటిలోను మిక్కిలి ఆశ్చర్యకరమైననవియే. తోకచుక్క అనగానే కాంతిమంత మైనపెద్దతల, దానికేర్చి పొడువైన తోకగల సభోమూర్తి మనస్ఫురణకు వచ్చును. ఇట్టి సభోమూర్తులు తరచుగా ప్రత్యక్షముకావు. వాని అపురూపమే

వాని వింతకు కారణమేమో! కాని తోకచుక్కలలో తోక లేనివికూడ పెక్కు-లున్నవి. తోకచుక్కలలో వానిసంఖ్యయే చాల హెచ్చు. తోక ఉన్న తోకచుక్కలు తరచుగా కనిపించవుగాని తోక లేనివిమాత్రము ప్రతినవత్సరము కనపడుచునే యుండును. కాని తోక లేనికారణమున సామాన్య మానవుని దృష్టి నవి యెక్కువగా నాకర్షింపలేవు.

సభోమూర్తులందు ఎక్కువ విరివిగా కనిపించునవి ఉల్కలు. రాత్రి ఆకసమునంక చూచుచో ఒక సక్షత్రము హఠాత్తుగా క్రిందికి పడిపోవుచున్నట్లు నన్నని కాంతిరేఖ ఆకాశమున కడ్డముగా కనిపించును. కాని సక్షత్రము పడిపోవుట నిజముకాదు. ఆ కాంతిరేఖ భూమివైపునకు ఉల్క-పడుటవలన కలిగినదే. ఉల్కలు వినువీధిని తిరుగుచున్న అత్యల్పమైన మూర్తులు. భూమిని చుట్టియున్న వాతావరణములోని కవి వచ్చుట తటస్థించినపుడు వాతావరణపు రాపిడి కవి వేడియెక్కి, మండి, నన్నని కాంతిరేఖగా గోచరమగును.

ఆకాశములో గ్రహములచుట్టును తిరుగుచున్న మూర్తులు ఉపగ్రహములు. మనకు చల్లని వెన్నెల నిచ్చుచున్న చంద్రుడు భూమిచుట్టు ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్న ఉపగ్రహము. భూమికి గల ఉపగ్రహము చంద్రుడొక్కడే. మన చంద్రుడు గాక ఆకాశములో ఇతర గ్రహముల చుట్టును తిరుగుచున్న ఉపగ్రహములు మరి ముప్పది యున్నవి. ఉపగ్రహము లన్నియు ఆయా గ్రహములచుట్టును తిరుగుచు ఆ గ్రహములతో కలిసి సూర్యునిచుట్టును తిరుగుచున్నవి.

ఈవిధముగా సూర్యునిచుట్టును ప్రత్యక్షముగనో పరోక్షముగనో తిరుగుచున్న నభోమూర్తుల నన్నింటిని, సూర్యునితో చేర్చి, సూర్యకుటుంబమని వ్యవహరింతురు.

నక్షత్రములు, గ్రహములు, ఉపగ్రహములు స్ఫుటమైన కాంతితో ప్రకాశించును. కాని ఆకాశమందు స్ఫుటమైన కాంతితో ప్రకాశింపక మసకగా మాత్రమే గోచరించు మూర్తులు కొన్ని యున్నవి. దూరదర్శినితో చూచినపుడు తెల్లని కాంతి పింజలవలె నవి గోచరించును. ఇట్టి మూర్తులకు నెబ్యులాలని పేరు.

ఆకాశములో ఉత్తర దక్షిణములుగా వ్యాపించి గగన తలమును రెండుగా భాగించుచున్నట్లు పొడువైన మేఘమువలె నొకమూర్తి యున్నది. పాలపుంత యనియు, కాశీరామేశ్వరముల త్రోవ యనియు, వియద్గంగ యనియు దానిని సామాన్యముగా మనము వ్యవహరింతుము. అస్పష్టమైన కాంతితో సుదీర్ఘమైన తెల్లని మేఘమువలె గోచరించుచున్నది గాని వాస్తవముగా నది అనేకకోట్ల నక్షత్రములు, నెబ్యులాలు చేరగా నేర్పడినమూర్తి. ఇట్టి మూర్తులకు శాస్త్రపరిభాషలో 'గెలాక్సీ' లని నామము.

\*

\*

\*

నక్షత్రములు, గ్రహములు, ఉపగ్రహములు, తోక చుక్కలు, ఉల్కలు, నెబ్యులాలు, గెలాక్సీలు మున్నగు వేర్వేరు నభోమూర్తులను గూర్చిన జ్ఞానము నొసగు శాస్త్ర విభాగమే ఖగోళవిజ్ఞానము ; లేదా ఖగోళశాస్త్రము. జ్యోతి శాస్త్రమని దానికి మరియొక పేరు. నభోమూర్తుల స్వభా

వము, ఆకార పరిమాణములు, సంచలనములు, సావేక్ష సన్నివేశములు, రచన ఆదిగాగల అనేకవిషయములు ఈశాస్త్రమందు చర్చింపబడును.

ఖగోళవిజ్ఞానము చాల పురాతనమైనది. ఆధునికయుగమందు భౌతికశాస్త్రరంగములలో జరుగుచున్న విజ్ఞానాభివృద్ధి ఫలితముగా మహాధికీకరణ సామర్థ్యముగల సుగ్రాహ్యవేధన పరికరనిర్మాణము శాస్త్రజ్ఞునకు సాధ్యమైన నాటినుండియు ఖగోళవిజ్ఞానముకూడ బాగుగా ప్రవృద్ధమానమగుచున్నది. ఈరీతిగా దినదిన ప్రవృద్ధమగుచున్న ఖగోళ విజ్ఞానక్షేత్రమును అందు కృషిచేయుచున్న విజ్ఞానులకు వీలుగనుండుటకై మూడు ఖండములుగ ఆధునికులు విభజించిరి. ఈవిభజన కేవలము స్థూలమని వేరుగ చెప్పనక్కరలేదు. వర్ణనాత్మక ఖగోళవిజ్ఞానము, సైద్ధాంతిక ఖగోళవిజ్ఞానము, ఖగోళభౌతిక విజ్ఞానము—అని ఆ ఖండములకు పేర్లు.

వర్ణనాత్మక ఖగోళవిజ్ఞాన మెక్కువగ అవేక్షణాత్మకమైనది. సభోమూర్తుల చలనముల సవేక్షించి ఆఫలితములను లిఖించుట, ఏ సభోమూర్తి భవిష్యత్తునం దేనమయమున గగనతలమునం దేస్థానమున నుండునో అవేక్షణ ఫలితముల సాహాయ్యమున నాదేశించుట, ఆవిధముగా నక్షత్రపట్టికలను, పంచాంగములను తయారుచేయుట ఈవిభాగమునందు జరుగు కృషి. సభోమూర్తుల ఘనపరిమాణమును కనుగొనుట, భూమినుండి వానిదూరములను కొలుచుటకూడ ఈఖండమున జరుగు కృషిలోని భాగమే. ఖగోళవిజ్ఞానములో ఇదియే మిక్కిలి పురాతనమైన శాఖ.

భుగోళవిజ్ఞానమునగోళాంతమునా మధ్యను స్వేచ్ఛాగతిభుగోళ విజ్ఞానము కేవలము గణితశాస్త్రసంబంధమైనది. భుగోళ చలనములకు కారణములను పరిచితిని గణితశాస్త్రమును ముఖ్యము వాడుక నెత్తించుకొనుటచే స్వేచ్ఛాగతిభుగోళవిజ్ఞాన ముండు జరిగిన కృత్య కారణము ప్రభావ లక్ష్యము. భుగోళముల ద్రవ్యరాశిస్థితియును వివిధ ఈ భుగోళములదే జరుగును.

ఇక ప్రామాణికముగోళాంతవిజ్ఞానములో భవిష్యత్తుల ఫలితముగా లక్ష్యమైన స్థితిగతులను సభోమూర్తులు కన్పయింపజేసి వాని రచనావిధానము, తాత్పర్యము, స్వభావము, పరిణామ విశేషము— ఆవిధానము నిరూపించుట మనమును ముఖ్యముగా నైన భుగోళగోళాంతవిజ్ఞానమును జరుగు కృత్య. ఈ శాఖ కను సమీపము. ఆందుక భౌతికవిజ్ఞానముననుసరితమాలాపరామిక మను సరికరసాహాయ్యముననే ఈశాస్త్రశాఖ పెంపొందుటకు మీరుచిక్కినది.

ఇటీవల లేజియోభుగోళశాస్త్రమును మరియొక నూతన శాఖ భుగోళవిజ్ఞానమును జేయవచ్చును. దీనిని ప్రత్యేకమైన శాఖగా గాక భుగోళగోళాంతశాస్త్రసభాగా చేర్చునుట యుచితము. సభోమూర్తులనుండి ప్రసారితమును దృగ్గోచర, అభివీలబోహిత, పరశ్చోణకాంతిరణములు యనుశీలనమునను మాత్రమే భుగోళ భౌతికవిజ్ఞానము పరిమితమై యున్నది. కాని సభోమూర్తుల నుండి ప్రసారితమును వికరణములు స్పష్టము చేర్చు నివసి మాత్రమే కాదు. మనము లేజియో చార్తులను పాటలను ఎట్టి తరంగముల సాహాయ్యమున వివరములనున్నామో అట్టి తరంగము



లును సభోమూర్తులనుండి ప్రసారితమగుచున్నవి. ఈతరంగములనుకూడ మన మనుశీలింపగలిగినచో సభోమూర్తులనుగూర్చి మరికొంత జ్ఞానము నార్జించుటకు వీలుచిక్కును. ఈ రీతిగా సభోమూర్తులనుండి ప్రసారితమగు రేడియోతరంగములయనుశీలనమునకు ప్రత్యేకింపబడిన ఖగోళవిజ్ఞానశాఖయే రేడియోఖగోళశాస్త్రము.

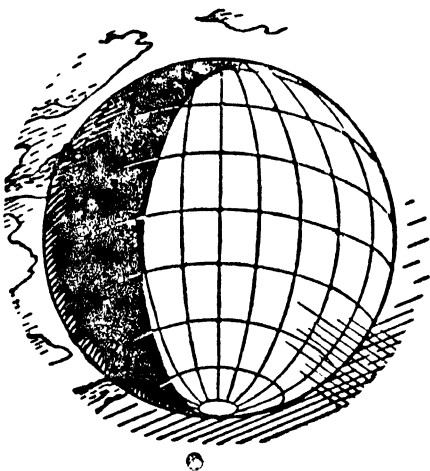
లోగడ పేర్కొనినట్లు ఈ ఖగోళవిజ్ఞానవిభజన కేవలము స్థూలమైనది. పైని వినరించిన విధముననేగాక మరియొకరీతిగా కూడ ఖగోళవిజ్ఞానవిభజనను చేయుచుందురు. ఈ విభజనయందు ఒక్కొక్క తరగతి సభోమూర్తులనుగూర్చి ఒక్కొక్క భాగములో చర్చించి, ఆ సభోమూర్తులతోనే ఆ ఖగోళశాస్త్రభాగమును పేర్కొందురు. సక్షత్రఖగోళవిజ్ఞానము, సూర్యకుటుంబఖగోళవిజ్ఞానము మొదలగునవి యిట్టివే.

ఎట్లయినను విషయము నెక్కువ లోతుగ చర్చింపదలచినపుడే ఈ ఖగోళవిజ్ఞానవిభజన యెక్కువ ప్రాముఖ్యమును వహించును. కాని జనసామాన్యముకొరకు వ్రాసిన ప్రకృత గ్రంథమువంటి వానిలో ఈ ఖగోళవిజ్ఞానఖండములందు ఏదో ఒక ఖండమందలి విజ్ఞాన సంపదనుగూర్చి మాత్రమే వ్రాయుట అభిలషణీయము కాదు. కాబట్టి యీ గ్రంథములో వర్ణనాత్మక, పైధాంతిక ఖగోళవిజ్ఞానరంగములలో సేకరించిన జ్ఞానమును కొంతవిపులముగను, ఖగోళభౌతికవిజ్ఞానరంగములో నార్జించిన విజ్ఞానమును కొంత సంగ్రహముగను చర్చించుటకు ప్రయత్నింతము.

## భూ మి

భూమి నారింజకాయవలె గోళాకారమున నున్నదని చెప్పినచో మనలో చాలమందికి విష్ణురముగానుండదు. కాని అందుకు దాని సంగీకరించెదరని పూర్తిగా చెప్పలేము. భూమి

బల్లపరుపుగానున్నదని వాదించువారు పలువురుందురు. గాఢముగా ఆలోచింపక పోయిన యెడల 'అది నిజమేమో' యని మనకు కూడ అనుమానము కలుగవచ్చును ; ఊరి వెలుపలికేగి విశాలమైన బయళ్ళమధ్య నిలువబడి నలునైపులనుచూచినచో భూమి



1 వ చిత్రము—భూగోళము

చూపపరిచినట్లు బల్లపరుపుగనే యున్నదని మనకు సైతము స్ఫురించును. కాని నిజముగ భూమి బల్లపరుపుగా లేదు. అది నారింజపండువలె గోళాకారమున నున్నది.

భూమి గోళాకారముగనున్నది, లేనిది భూమిపై నున్నంత సేపు మనము ప్రత్యక్షముగా చూడలేము. భూమి చాల

పెద్దదగుటయే అందుకు కారణము. కాని భూమి ఆకారమును నిర్ణయించుటకు భూమిని నదిని ఆకాశములోనికి దూరముగ పోయి చూడనవసరము లేదు. కొన్ని దృష్టాంతముల సహాయమున భూమిపైనుండియే భూమి గోళాకారముననున్నదని చెప్పవచ్చును.

విశాలమైన బయలుగోలునబడి నలువైపులకు చూచి నప్పుడు కనుచూపుమేరకు సరిహద్దుగో ఆకాశము భూమిని కలిపికొనెట్లు కనబడును. ఇట్లు ఆకాశము భూమిని కలిపికొని నట్లు కనబడలేదును. దిక్చక్ర మని పేరు. నమండ్రపు టొడ్డన గాని బయటగాని గిలునబడి దిక్చక్రమును విశీలించినచో పెద్ద స్పర్తిముగా నది గోచరించును. ఇట్లు స్పృశ్యపరిభాగమునలె దిక్చక్ర మగపడుటకు పేరును భూమి గోళాకారమున నుండుటయే.

భూమి గోళాకారమున నున్నదని నిరూపించుటకు పైదృష్టాంతము కంటెను మిన్నమైనది దిక్చక్రమునుండి ఒడ్డునకు వచ్చుచున్న ఓడదృశ్యము. దిక్చక్రసమీపమందున్నపుడు ఓడ తెరచాపకొయ్య చివరిభాగము మాత్రమే ఒడ్డున నున్నవారికి కనబడును. కాని క్రమముగా ఓడ ఒడ్డును సమీపించినకొలదియు దాని తెరచాపకొయ్య అడుగుభాగము, ఓడ పైభాగము, ఓడ అడుగుభాగము క్రమముగా కనిపించును. దృక్కేత్రముగోనికి ఓడ ప్రవేశించిన వెంటనే ఓడయంతయు ఒక్కసారిగా కనిపించక ఓడకొయ్య చివరిభాగమునుండి ఓడ అడుగు వరకును క్రమముగా కనిపించుటకు కారణము భూమిగోళాకారమున నుండుటయే.

ఓడలు విమానములు వాహనములలోనికి వచ్చినప్పటి నుండియు ఒక దేశమునుండి మరియొక దేశమునకు ప్రయాణము చేయుట మిక్కిలి యెక్కువైనది. అమెరికా దేశములోని శాన్ ఫ్రాన్సిస్కో సగరములో జరుగుచున్న ఐక్యరాజ్యసమితి సమావేశమునకు విమానమెక్కి పడమరగా ప్రయాణముచేసి మన దేశమునుండి వెళ్ళవచ్చును; లేదా తూర్పుగా ప్రయాణము చేసికూడ హాబ్స్వూత్ వచ్చును. మనదేశ ప్రతినిధులు తూర్పు గానో, పడమరగానో- ఎవరికి వీలగునట్లు వారు ప్రయాణము చేసి శాన్ ఫ్రాన్సిస్కో సమావేశములకు హాజరగుచున్నట్లుల ప్రాతికలలో చదువుచుంటిమి. భూమి గుండ్రముగా నుండుట చేతనే యిది సాధ్యమగుచున్నది.

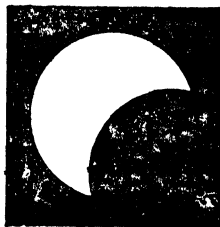
ఆకాశములో ఎక్కువ యెత్తునుండి భూభాగపు ఛాయా చిత్రములను తీయుటను ఇటీవల శాస్త్రజ్ఞులు నేర్చుకొనిరి. 1947 న సంవత్సరము మార్చి 7 న తేదీ 100 మైళ్ళ యెత్తు నుండి తీసిన న్యూమెక్సికో ప్రాంతమందలి భూభాగపు ఛాయా చిత్రమును 1 వ పటములో చూడవచ్చును. పటములో చూప బడిన భూభాగపు నిడివి, ఒకకొననుండి రెండవకొనకు రమారమి 250 మైళ్ళు. భూమి యేరితిగా వ్రుస్తునొంది యున్నదో ఆపట మునుబట్టి మనము గ్రహింపవచ్చును.

భూమి గోళాకారమున నున్నదని నిరూపించుట కింత వరకు పేర్కొనిన నిదర్శనము లన్నియు పూర్తిగా భౌగోళికములు. కాని కొన్ని భౌగోళికవిషయిక నిదర్శనములవలన కూడ మన మావిషయమును నిరూపించవచ్చును. సభోమూర్తు



ల్నియు సామాన్యముగ నేయాకారమున నున్నచో భూమి కూడ ఇంచుమించు అదే ఆకారమున నున్నదని భావించుట అసంబద్ధము కాదు. ఆకాశమునో చంద్రుడు గుండ్రముగా కనిపించుచున్నాడు; సూర్యబింబముకూడ గుండ్రముగనే యున్నది. కాబట్టి సూర్యచంద్రులవలె భూమిపైతము గుండ్రముగా నున్నదని ఊహించవచ్చును.

భూమి గోళాకారమున నున్నదనుటకు మరియొక గొప్పసృష్టాంతము అసంపూర్ణ చంద్రగ్రహణము. అసంపూర్ణ చంద్రగ్రహణ సమయమందు చంద్రునియం దేర్పడిన మొత్తీ వక్రపు నుంగును. భూమినీడ చంద్రునిపై పడుటచేతనేగదా చంద్రగ్రహణము కలుగుచున్నది ! గ్రహణసమయమునో చంద్రుని మొత్తీ వక్రపునగా నుండును కాబట్టి ఆమొత్తీ యేభూమి నీడవలన నేర్పడినచో ఆభూమి గోళాకారమున నుండునని మనము గ్రహించవచ్చును.



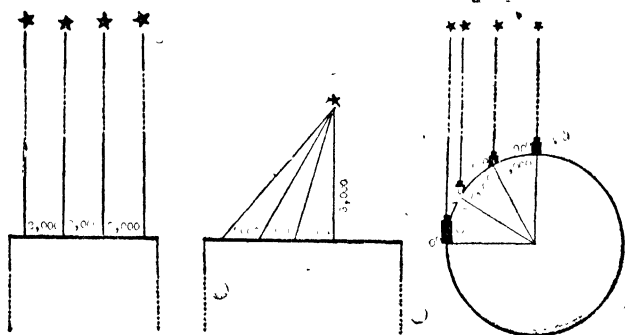
కాని యీ సాదర్శనము ల్నికంటెను హెచ్చుణ్ణా యికమైన మరియొక సాదర్శనము భూమధ్యరేఖనుండి ఉత్తర ధ్రువమునకు పోవుటనో ధ్రువసమీపమున ఉత్తరమునకు కనబడు మాట్లు.

భూమి ఉత్తరతల మధ్యబిందువునకు ఉత్తరధ్రువమనియును, దక్షిణతల మధ్యబిందువునకు దక్షిణధ్రువమనియును

పేర్లు. భూమ్యుత్తరదక్షిణ ధ్రువములను కలుపుచు భూకేంద్రముమీదగవోపు ఊహారేఖను భూమ్యక్షమందురు. ఉత్తరదక్షిణధ్రువములకు సమానదూరములో భూమ్యక్షమునకు లంబతలమునందుండు స్థానముగా భూమిపై నొకవలయమును గీసినచో అది భూమధ్యరేఖ యగును. ఈరేఖ భారతదేశమునకు దక్షిణమున నున్నది ; ఆఫ్రికా, దక్షిణఅమెరికాలమీదగ అది పోవుచున్నది. భూమధ్యరేఖకు సమాంతరముగ భూమిపై గీయబడిన రేఖలకు అక్షాంశము లనియును, దానికి లంబతలములో ఉత్తర దక్షిణ ధ్రువములను కలుపుచు గీయబడిన రేఖలకు రేఖాంశములనియును పేర్లు. భూమధ్యరేఖను '0' అక్షాంశముగ నేర్పరచుకొని అక్కడినుండి ఉత్తర దక్షిణములుగా అక్షాంశములను లెక్కింపుదు. ఉత్తరధ్రువము 90 ఉత్తర అక్షాంశమును, దక్షిణధ్రువము 90 దక్షిణ అక్షాంశమును సూచించును.

ఆంధ్రదేశములో ఏప్రదేశమునుండి చూచినను దిక్చక్రముమీద కొంచెము ఎత్తులో ఆకాశమం దుత్తరభాగమున ధ్రువనక్షత్ర మగపడును. ఆంధ్రదేశము భూమధ్యరేఖ కుత్తరమున 12-20 అక్షాంశముల నడుమ నున్నది. భూమధ్యరేఖ మీదనున్న ప్రదేశములనుండి ధ్రువనక్షత్రమును జూచినచో అది సరిగా దిక్చక్రమందుండి దృశ్యాదృశ్య మగును. భూమధ్యరేఖనుండి క్రమముగా ఉత్తరదిశగా పోయినకొలదియు ఆకాశములో ధ్రువనక్షత్రపు టెత్తుకూడ క్రమముగా హెచ్చి, చివరకు ఉత్తరధ్రువమును చేరుకొనునప్పటికి సరిగా నడునెత్తిమీద నది యగపడును. దక్షిణార్ధగోళమునుండి చూచినపుడు ఆకా

శముూ ఉత్తరధ్రువ నక్షత్రము కనిపించనే కనిపించదు. భూమి గోళాకారమున నుండుటచేతనే ధ్రువనక్షత్రపు టెన్సునందు



### 3 వ చిత్రము

భూమి బల్లపరుపునను, ధ్రువనక్షత్రము భూమికి చాలదూరముగను ఉండియున్నచో, ఉత్తరధ్రువమునుండి దూరముగా ప్రయాణముచేసినను ధ్రువనక్షత్రపు టెన్సునందు దెచ్చిమార్పు భూమిపైనున్న అనేక్షకునకు కానరాదు. (ఎడమవైపు చిత్రము.)

భూమి బల్లపరుపుననుండి ధ్రువనక్షత్రము భూమికి చేరువగానుండి యున్నయెడల, ఉత్తరధ్రువమునుండి దూరముగా ప్రయాణము చేసినకొలదియు ధ్రువనక్షత్రపు టెన్సునందు మార్పు భూమిపైనున్న అనేక్షకునకు కానవచ్చును. కాని యీమార్పు మాటవరుసకు ప్రతి 2000 మైళ్ళ ప్రయాణమునకును అదిలో అధికముగనుండి తరువాతి క్రిమముగా తగ్గును. ధ్రువనక్షత్రము కానరావంతమాత్ర మేప్రదేశమున నుండదు. (మధ్యచిత్రము)

భూమి గోళాకారముననున్నచో ఉత్తరధ్రువమునుండి దక్షిణదిశగా గావించిన ప్రతి 2000 మైళ్ళప్రయాణమునకును ఉత్తరధ్రువ నక్షత్రపు టెన్సు  $30^\circ$  తగ్గును. భూమధ్యరేఖకు దక్షిణముననున్న ప్రదేశముల ఉత్తరధ్రువ నక్షత్రము కనిపించదు. (కుడివైపు చిత్రము.)

మనకీ వైవిధ్యము గోచరించుచున్నది. అట్లుగాక భూమి బల్ల పరుపుగనుండి భూతలమునకు చాలదూరమున ధ్రువసక్షత్రముండియున్నచో భూమిమీది యేప్రదేశమునుండి చూచినను, అది నడునైతిమిదనే గోచరించియుండెడిది. కాని అట్లది గోచరింపక రోపుటవలనను, ఒకే కేఖాంశము ననుసరించి ఉత్తరదిశగా ప్రయాణము చేయునపుడు మనము ప్రయాణము చేసిన దూరమునకు ఇందునుంచుగా అనుకోమానుపాతముగో ధ్రువసక్షత్రపుటెత్తు మారుటచేతను భూమి గోళాకారమున నున్నదని చెప్పవలెను.

భూమి గోళాకారమున నున్నదనగా, సౌష్ఠవమైన సమ గోళమువలె నది యున్నదనికాదు ; ఉత్తర దక్షిణములుగా నదుమబడి అది యున్నది. భూమి ఉత్తరదక్షిణముల అడ్డు కొలత 7900.02 మైళ్ళు ; తూర్పుపడమరల అడ్డుకొలత 7926.70 మైళ్ళు. భూమి ఉత్తరదక్షిణములుగా నీతీరున కొద్దిగా అదుమబడి యున్నదని యెట్లు నిర్ధారణయైనది ? అట్లది అదుమ బడియుండుటకు హేతువేమి ?

పురిలేనిదారముచేత వేలాడదీయబడిన బరువైన వస్తువునకు సామాన్యలోలకమని పేరు. సామాన్యలోలకమును ఏకతలమున ప్రకంపితమొనర్చినచో, లోలకముపొడుపును, భూకేంద్రమునుండి లోలకమునకుగల దూరమును మారనంత వరకు, దాని ప్రకంపనకాలమందు మార్పురాదు. సమానమైన పొడుపుగల లోలకముయొక్క ప్రకంపనకాలమును భూమిపై వేర్వేరు ప్రదేశములందు కనుగొనినయెడల ఆకాలము

లన్నియు సమానముగా నుండవు ; ధ్రువములచేత భూమి కొంచెముదుమబడి యున్నయెడల లోలక ప్రకంపనకాలమం దెట్టి వ్యత్యాసముండుట కవకాశమున్నదో సరిగా అట్టి వ్యత్యాసమే అందు వ్యక్తమగును.\*

తాను, తక్కువలతోనేగాక కొందరు 'స్వింగుత్రాసు' లతోగూడ వస్తువులను తూచుచుండును. స్వింగుత్రాసుతో నొకవస్తువును భూమధ్యరేఖాప్రాంత ప్రదేశమందును, ధ్రువములచేతనుకూడ తూచినచో భూమధ్యరేఖాప్రాంతప్రదేశములందుకంటె ధ్రువములచేత దానిబరువు హెచ్చుగనున్నట్లగుపడును. ఒకవస్తువుపై భూమి ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలమే ఆవస్తువుబరువునకు కారణము. కాబట్టి ద్రవ్యసంచయములో మార్పులేకపోయినను ఒకేవస్తువు భూమధ్యరేఖాప్రాంతమునందుకంటె ధ్రువములచేత ఎక్కువ బరువును కలిగియుండుటకు కారణము ఆవస్తువుపై భూమి ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలపరిమాణము ధ్రువములచేత అధికముగ నుండుటయే. భూకేంద్రమునుండి భూతలముమీది ఒకప్రదేశముయొక్క దూరము ఎంతతక్కువైనచో, ఆప్రదేశమునందు భూమ్యాకర్షణబలమంత యెక్కువగ నుండును. అందుచేత భూగోళ మంతర

---

\* కేవలము భూకేంద్రమునకును లోలకమునకునుగల దూరముమాత్రమే గాక భూసాంద్రతయందును వ్యత్యాసము భూభ్రమణము మున్నగు మరి కొన్ని అంశములుకూడ లోలకప్రకంపనకాలమందు మార్పును లేగలవు. ఈ అంశముల కన్నిటికిని తగు మార్పులను గావించినను సమానమైన పొడువుగల లోలకప్రకంపనకాలములలో భూమిపైని వేర్వేరు తావులందు వ్యత్యాసము గానవచ్చును.

దక్షిణములుగా నదుమబడి యున్నదని మనము గ్రహింప వచ్చును.

భూమి సౌష్ఠవమైన గోళాకారమున లేదని ప్రత్యక్షముగ కొలిచియు శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొన్నారు. భూమి గోళాకారముననే యున్నయెడల, ఏదైనను ఒక రేఖాంశము వెంబడిని కొలిచినప్పుడు 1 డిగ్రీ అక్షాంశముపొడుపు భూమిపై ఎక్కడై సను సమానముగనే యుండవలెను. కాని వాస్తవముగా సది యట్లు సమానముగ లేదు. భూమధ్యరేఖదగ్గర 1 డిగ్రీ అక్షాంశము పొడుపు 68.7 మైళ్ళుండగా, ఆ 1 డిగ్రీ అక్షాంశము పొడువే 20 వ అక్షాంశము దగ్గర 68.8 మైళ్ళును, 40 వ అక్షాంశము దగ్గర 69.0 మైళ్ళును, 60 వ అక్షాంశముదగ్గర 69.2 మైళ్ళును, ధ్రువములచెంత 69.4 మైళ్ళును ఉన్నది. ఈరీతిగా 1 డిగ్రీ అక్షాంశ పరిమాణము భూమధ్యరేఖ దగ్గర కంటె ధ్రువములచెంత ఎక్కువగా నుండుటవలన భూమియొక్క వక్రవృత్తసము భూమధ్యరేఖ దగ్గరకంటె ధ్రువములచెంత తక్కువగా నున్నదని వ్యక్తమగును. దీనిబట్టి భూమి ఉత్తరదక్షిణములుగా అమమబడియున్నదని స్పష్టము.

భూమి ఉత్తరదక్షిణములుగా నదుమబడి యుండుటకు కారణమది తనలోతాను తన అక్షముపై తిరుగుటయే\*. ఇట్లొక వస్తువు తన అక్షముపై తనలో తాను తిరుగుటను భ్రమణమని సాంకేతికభాషలో పేర్కొందురు. అది యే అక్షముపై భ్రమించునో దానికి భ్రమణాక్షమని నామము.

\* దీనికి ఆధునిక శాస్త్రజ్ఞులు కొందరు అభ్యంతరము చెప్పుచున్నారు.



దీపావళి నానాప దీపపు ప్రమిదలను వ్రేలాడదీయుటకై నాలుగో, ఆగో తాటియాకులను జేర్చి, గుమ్మడిపండు ఆకారములో గుమ్మటములను తయారుచేయుచును. ఇట్టి గుమ్మటములను తయారుచేసి, వానిలో దీపములను వ్రేలాడదీయు నాచార మినాటికిని పల్లెలలో నున్నది. గుమ్మటమును తయారుచేయుటకై పండుతాటియాకులను ఆరించిని తీసికొని, సమానమైన పొడుపుగల ముక్కలను వానినుండి కత్తిరించవలెను. ఆతిరువాతి ఆ ఆకుముక్కలను గుమ్మడిపండు ఆకారముగాచేర్చి, వానికొసలకూటములవద్ద ముల్లులు గుచ్చవలెను; లేదా ఆకూటములను దారముతో కట్టవలెను. ఇట్లు తయారుచేసిన గుమ్మటములో ఒక కొసలకూటమినుండి రెండవ కొసలకూటమిలోనికి పోవుచైన సన్నని ఊచ నొకదానిని గుచ్చి పిమ్మట రెండు అరుచేతులమధ్యను ఆ ఊచను పెట్టి, అరుచేతులను ముందును వెనుకకును రాచినచో, ఊచ భ్రమించును. అప్పుడు మొదట గోళరూపమందున్న గుమ్మటము, దాని అక్షమును భ్రమింపజేసినకొలదియు కొసలకొరకగా అదామును పొందును. అక్షమును మనమెంత వేగముగా భ్రమింపజేయునుమో గుమ్మటము కొసలకొరకగా అంతయొక్కను అదామును పొందును. దీనిబట్టి దృఢముగానుండని ఒకపస్త్రపు భ్రమణాగతికి లోనైనప్పుడు, భ్రమణాక్షదిశలో అది అదామును పొందుననియును, అనస్త్రుప్రయోగము భ్రమణవేగపరమాణుమునకును భ్రమణాక్షదిశముగా భ్రమణాక్షదిశలో అది పొందిన అదామునునకును పరస్పరసంబంధ ముండుననియును మనకు న్యక్తమగును.

ఈసత్యమును భూమివిషయములో మనము ప్రయోగించినచో భూమి ఉత్తరదక్షిణములుగా నడుమబడియుండుటకు కారణము అది తనలోతాను తన అక్షముపై భ్రమించుటయే యని స్పష్టమగును. భూమివల్లనే ఒకమూర్తి ఎంత భ్రమణవేగమునుకలిగియున్న ఎంతవరకు అదుముడును పొందునో గతిజశాస్త్రసూత్రములవలన కనుగొనవచ్చును. ఈతీరున సైన్హాంతికముగా సరసిన ఫలితము ప్రత్యక్షముగా కొలుచుట చేత లభ్యమైన ఫలితముతో సమస్వయమును పొందినది. అందువలన భూమి భ్రమించుచున్నదనియు, భ్రమించుటచేతనే భూమ్యుత్తర దక్షిణములుగా నది అదుముడును పొందిన దనియును మనకు రూఢమగును.

## భ్రమణము

భూమి తనలోతాను తిరుగుచున్నదని నిరూపించుటకు సూక్ష్మమైన నిదర్శనము లనేకము లున్నవి. సూర్యుని చంద్రుని సభ్రమధ్య కేఖప్రాంతమందున్న నక్షత్రములును కూడ ప్రతిదినము తూర్పుదిక్కున ఉదయించి, ఆకాశమార్గమున పశ్చిమముఖముగా ప్రయాణముచేసి, పడమటిదిశను అస్తమించుచున్న స్థిగపడును. సభ్రఉత్తరధ్రువప్రాంతమందలి నక్షత్రములుమాత్రము ఉత్తరధ్రువలించువును (ఇంచుమించుగా ధ్రువనక్షత్రము) కేంద్రముగా చేసికొని, దానిచుట్టు వృత్తాకారమార్గములలో ప్రదక్షిణము చేయుచున్నట్లు గోచరించును. ఆకాశములో ఏతావుననున్న నక్షత్రమునకైనను ఒకచుట్టు చుట్టినచుట్టు లేదా ఆకాశములో మొదట కని

పించినతావుననే తిరిగి రెండవసారి కనిపించుటకు సమముగా ఒకే పరిమాణముగల కాలము పట్టును. (సూర్యుడు మాత్రము ఆకాశములో కనిపించిన తావుననే తిరిగి కనిపించుటకు సక్షతములకంటె నాలుగు సమిష్టముల కాలమును ఎక్కువ తీసికొనును) సక్షతములయం దీవిధమైన చలనము గోచరమగుటకు కారణమేమి? సక్షతములు భూమిచుట్టు తిరుగుటచేత నైనను వానియం దీచలనము మనకు గోచరింపవచ్చును ; లేదా సక్షతములు భూమినిబట్టి స్థిరముగనుండు, భూమి తనలో తాను తిరుగుటచేత నైనను సక్షతములయం దీచలనమున్నట్లు కనపడవచ్చును.

సక్షతము అన్నియును భూమికి సమానదూరములో లేవు ; అన్నియును ఒకేదిశలోకూడ లేవు. అట్టిచో భూమికి దగ్గరగానున్నవి, దూరముగానున్నవి, ఒకదిశలోనున్నవి, వేరొకదిశలోనున్నవి, అన్నిసక్షతములుకూడ భూమిచుట్టు సమానకాలములో ఎట్లుతిరిగిరాగలుగుచున్నవి? అత్యధికసంఖ్యాకములైయున్న సక్షతములలో అన్నింటి భ్రమణకాలములును కూడ, ఈషణ్మూత్రమైనను వ్యత్యాసములేకుండు, సమముగా నుండుట యెట్లు సాధ్యమగుచున్నది? దీనినిబట్టి సక్షతములు భూమిచుట్టును ప్రదక్షిణము చేయుచున్నట్లు కనపడుట వార్తవముగా నవి భూమిచుట్టును తిరుగుటచేతనేనా యని యనుమానము కలుగుటలొ నాశ్చర్యములేదు.

సక్షతములు భూమిచుట్టును ప్రదక్షిణము చేయుచున్నట్లుగపడుట అవి వార్తవముగా భూమిచుట్టును తిరుగుటవలన

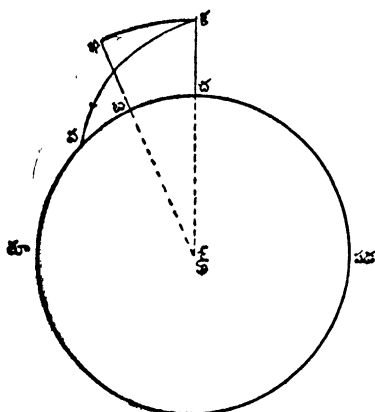
మాత్రము కాదు. భూమి తనలోతాను తిరుగుటచేతనే అవి యట్లు భూమిచుట్టును తిరుగుచున్నట్లు కనబడుచున్నవి. తీర్థములలో రంగులరాత్నమందు ఏనుగుమీదనో గుఱ్ఱముమీదనో లేదా ఊయలలోనో కూర్చుండి గిట్టినతిరుగుచు ప్రక్కకు చూచినచో, తీర్థమంతయు నతివేగముతో మనచుట్టు గిట్టిన తిరుగుచున్నట్లుల స్ఫురించును. కాని వాస్తవముగా తిరుగుచున్నది మనముగాని తీర్థమంతయు గాదు. వడిగా పరుగిడుచున్న రైలులోనుండి రోడ్డుప్రక్కనున్న చెట్లవైపు చూచినచో ఆచెట్లు అతివేగముగా వెనుకకు పరుగిడుచున్నట్లుల కనపడును. కాని నిజముగా పరుగిడుచున్నది రైలే. అట్లే నౌకాశ్రయము (హార్బరు) నుండి సముద్రములోనికి పోవుచున్న ఓడనుండి ఒడ్డువైపునకు చూచినచో ఒడ్డుననున్న భవనములు అధికవేగముతో వెనుకకు పోవుచున్నట్లులను, ఓడమాత్రము సముద్రములో స్థిరముగా నున్నట్లులను తోచును. కాని స్థిరముగా నున్నవి ఒడ్డుననున్న భవనములేగాని ఓడమాత్రము కాదు ; అది అధికవేగముతో ముందుకు సాగిపోవుచున్నది. ఈవిధముగనే వాస్తవముగా తిరుగుచున్నది భూమియేయైనను భూమిపై నున్న మనకు నక్షత్రము లన్నియు సమానకాలములో భూమిచుట్టును భ్రమించుచున్నట్లుల కనిపించుచున్నవి. భూమి మీదనే యుండుటచేత భూభ్రమణమును మనము ప్రత్యక్షముగా చూడలేకపోవుచున్నాము.

భూభ్రమణమును ప్రత్యక్షముగా చూడవలెనన్నచో ఆకాశములో తగినంత యెత్తునకుగాని, లేదా చంద్రగోళము నంటి మరియొక ఖగోళమునకుగాని యేగవలెను. కాని అట్టివి

భూవాసులకింతలో సాధ్యమగునవికావు. కాబట్టి భూమిపై నుండియే పరోక్షవిధానములవలన భూభ్రమణమును మనము గ్రహించవలసియున్నది. ఇందుకుగాను పైని పేర్కొనిన రెండు నిదర్శనములునుగాక ఇంకను అనేక దృష్టాంతములు గలవు. ముఖ్యముగా నిర్ధారణాత్మకమైన వవియే.

భూమిపై ఎత్తైన ప్రదేశమునుండి ఒక బెడ్డును క్రిందికి జారవిడిచినచో, ఆబెడ్డు నిట్టనిలువుగా పడక కొద్దిగా తూర్పుగా ప్రక్కకు వంగి భూమిపై వస్తున్నది. ఈరీతిగా పైనుండి జార విడువబడిన బెడ్డు లంబదిశనుండి తూర్పుగా వంగిన పరిమాణము

ఆబెడ్డు జారవిడువబడిన ప్రదేశపు అక్షాంశమును బట్టియును ఆబెడ్డు యెత్తును బట్టియును ఉండును. 40 అక్షాంశమందు 328 అడుగుల యెత్తునుండి జారవిడువబడిన వస్తువు లంబదిశ నుండి తూర్పుదిక్కుగా పొందు విమార్గ గమనము 0.62 అంగుళములు. ఇంత తక్కువ పరిమాణముగల విమార్గగమనమును కొలుచుట కష్టమేగాని అసాధ్యము కాదు. భూమి



4 వ చిత్రము

క' అను ఎత్తైన ప్రదేశమునుండి దిగువకు జారవిడువబడిన వస్తువు తూర్పుగా విమార్గగమనమునుపొంది ప వద్దభూమిపై పడును.

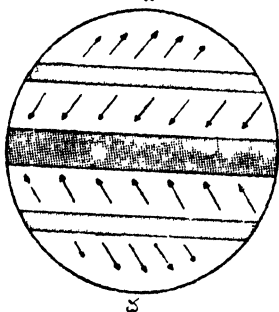
భ్రమించుచుండుటచేతను, దాని భ్రమణము పడమరనుండి తూర్పుగా జరుగుటచేతను ఈవిమాన్యగమనము సంభవించుచున్నది.

సభోమూర్తుల సంచలనములను నిశితముగా సవేక్షించుటనలనకూడ భూమి భ్రమించుచున్నదనువిషయము స్ఫురించును. బ్రహ్మాండమహానగరములో మనకు ప్రక్కఁగుంటనున్న చంద్రుని ఆత్మప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నాడు ; సూర్యకుటుంబమునకు చెందిన కుజాదిగ్రహములును, తక్కువగుబౌధపత్తియైన సూర్యుని కూడ భ్రమించుచున్నారు. అట్టిచో సూర్యకుటుంబములోని మూర్తులలో నొకమూర్తియైన భూమికూడ భ్రమించుటలో నబ్బర మేమున్నది !

భూమి భ్రమించుచున్నదని నిరూపించుటకు విశిష్టమైన మరియొక దృష్టాంతము వాయుచలనదిశలో కానవచ్చుచున్నది.

భూతలమునం దన్నిప్రదేశములందును ఎండవేడిమి సమానముగ నుండదు; అంతేగాక ఒకేప్రదేశమందైనను అన్ని కాలములందును ఎండవేడిమి సమానముగ నుండదు. భూతలముపై ఒకప్రదేశమందలి వాయుప్రేషము (గాలియెత్తిడి) అక్కడి యెండవేడిమినిబట్టి యుండును. భూమిపై వేర్వేరు ప్రదేశములందు ఎండవేడిమిలోను, తన్మూలముగ వాయుప్రేషములోను వ్యత్యాసము లేర్పడుచుండుటచేతనే గాలివీచుట కవకాశము కలుగుచున్నది. భూమిపై వాయుప్రేష మెక్కువగా గల ప్రదేశములను అధికప్రేషప్రదేశములనియును, వాయుప్రేషము తక్కువగాగల ప్రదేశములను అల్పప్రేషప్రదేశము

లనియును పేర్కొందురు. భూమిమీద వేర్వేరు ప్రదేశములందున్న వాయుప్రేషములలో హెచ్చువ్యత్యాస మేర్పడినపుడు అధికప్రేషప్రదేశములనుండి అల్పప్రేషప్రదేశములకు తీక్షణమైన గాలులు వీచును. ఇట్లు వీచుట యందు తక్కువ అక్షాంశప్రదేశములనుండి ఎక్కువ అక్షాంశప్రదేశములకు ఉత్తరదిశగా అవి ప్రయాణము చేసినచో సవ్యముగను, ఎక్కువ అక్షాంశప్రదేశములనుండి తక్కువ అక్షాంశప్రదేశములకు



5 వ చిత్రము  
గాలులు వీచు దిశలు.

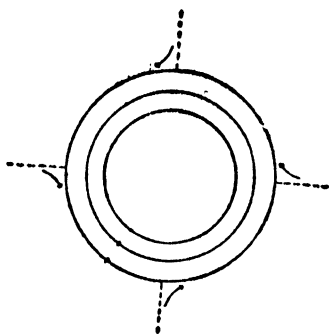
దక్షిణదిశగా ప్రయాణముచేసినచో అపసవ్యముగను వంగును. దక్షిణార్ధగోళమందైనచో గాలివీచుదిశయందు మార్పు దీనికి వ్యతిరేక్తముగ జరుగును. ఇందులకు కారణము భూభ్రమణమే. భూభ్రమణము అపసవ్యదిశలో జరుగుచున్నదనికూడ దీనివలన మనకు విశదమగును.

తుపానుగాలులువీచు దిశలలో ఉత్తరార్ధగోళమందును, దక్షిణార్ధగోళమందును వ్యత్యాసముండుటకూడ కారణము భూభ్రమణమే.

భూవాతావరణమును కొన్ని పౌరలుగానున్న ఆవరణగా మనము పరిగణింపవచ్చును. భూతలముయొక్క అధికతాప క్రమమువలనను, గాలియందలి నీరియావిరివలనను భూవాతావరణమందలి అడుగుపౌరలసాంద్రత తమపైపౌరలలోని గాలి

సాంద్రతకంటె మిక్కిలి తక్కువయైనపుడు ఒకపరిమితప్రదేశము  
దున్న ఆతక్కువసాంద్రతగల వాయువులు తమపైహారలలోని  
గాలిని నెట్టకొని ఊర్ధ్వముఖముగా ప్రయాణముచేయును.  
ఆవెంటనే ఆవిధముగా నేర్పడిన అల్పప్రేషప్రదేశములోనికి

ప్రక్కనున్న గాలి చొరుచుకొని  
వచ్చును. ఉత్తరార్ధగోళమం  
దైనచో అల్పప్రేషప్రదేశకేం  
ద్రము ననుసరించి తూర్పుదిశగా  
వంగి యిగాలి లోనికి నెట్టకొని  
వచ్చును. తత్ఫలితముగా  
అక్కడ అపసవ్యభ్రమణముగల  
గాలినుండి యేర్పడును. ఈసంఘ  
టన దక్షిణార్ధగోళమందైనచో  
ఆనుక్షిభ్రమణము సవ్యముగా  
నుండును.



లి వ చిత్రము

ఉత్తరార్ధగోళమందు తుపాను  
గాలులు అపసవ్యోశగా వీచుట  
భూభ్రమణఫలితమే.

సభోమూర్తులతోగాని, వాయుచలనము మొదలైన  
సంఘటనలతోగాని నిమిత్తములేకుండ, ఒకగదిలో తలుపులు  
మూసికొని కూర్చుండియునుకూడ భూమిభ్రమించుచున్నదని  
తెలిసికొనుట కవకాశమున్నది.

గదిలో నడిమిదూలమునుండి గట్టితీగచేత బరువైన  
వస్తువు నొకదానిని వ్రేలాడదీయుదము. ఇట్టి సంవిధానమును  
లోలకమనుపేరుతో శాస్త్రపరిభాషయందు పేర్కొందురని  
లోగడ గ్రహించితిమి. వాయుప్రవాహములులేకుండ తలుపు  
లన్నియును మూసియున్నగదిలో వ్రేలాడదీయబడియున్న అట్టి



లోలకమును కొద్దిగా ప్రక్కపలాగి నెమ్మదిగా వదలినచో అది ఒకేతలమున ప్రకంపించుట ప్రారంభించును. ఈలోలకముపై ప్రవర్తించుచున్న బలము మరియొకటి యేమియును లేనంత వరకు లోలకమెల్లప్పుడు అదేతలమున ప్రకంపించుచుండవలెనని గతినియమములు తెలియజేయుచున్నవి. కాని లోలకము మొదట ఏతలములో ప్రకంపించుట ప్రారంభించినచో ఆతలమునుసూచించు గీతనొకదానిని నేలమీదగీసి కొన్నిగంటల తరువాత చూచినచో, లోలక మాసమయమున ఆతలములో ప్రకంపించుటలేదని వ్యక్తమగును. ఈరీతిగా లోలకప్రకంపన తలములో మార్పువచ్చుటకు కారణమేమిటి? లోలకము యొక్క ప్రకంపనదిశలో విమార్శగమనమును కలుగజేయు బాహ్యబలమొకటి యున్న నేగాని ఇది సాధ్యముకాదుగదా! భూభ్రమణమువలననే ఆబాహ్యబలము సంభవించుచున్నది. మొట్టమొదటిసారిగా నీప్రయోగమును 1851లో ఫ్రెంచివిజ్ఞాని 'ఫోకో' చేసి భూభ్రమణమును నిరూపించుటచే నానీనుండియు 'ఫోకో లోలకప్రయోగ' మనుపేర నిది బరిగుంచున్నది. లోలక ప్రకంపనతలము భ్రమించుదిశనుబట్టి భూమి తనలోతాను ఏడే మరనుండి తూర్పునైపునకు భ్రమించుచున్నదో, తుండే పశ్చిముంప నున్నదో.\*

\*లోలకము ఉత్తరార్ధగోళమందు ప్రకంపించుచున్నచో దానిప్రకంపనతలము కుడినుండి యెడమవైపునకును (తూర్పునుండి పడమరవైపునకును) దక్షిణార్ధగోళమందు ప్రకంపించుచున్నచో దానిప్రకంపనతలము ఎడమవైపు నుండి కుడివైపునకును భ్రమించును. ఈప్రయోగము 18-వ శతాబ్దమున అక్షాంశము చేసినయెడల, ఒకగంట కాలములో లోలకప్రకంపనశిలము భ్రమించు దూరము  $\frac{360}{24}$  - Sin  $\theta$  ఉండును.

భూమి తన అక్షముపై తనలోతాను ఒకసారి తిరుగుటకు 23 గంటల 56 నిమిషములు పట్టును. భూమి గోళాకారమున నుండుటవలన భూతలముపై సప్రదేశములను భూమ్యక్షము నుండి సమానదూరములో లేవు. భూమధ్యరేఖాప్రాంతప్రదేశములు భూమ్యక్షమునకు బహుదూరములోనున్నవి; వాని దూరము రమారమి 3963.3 మైళ్ళు. కాని ధ్రువములదగ్గరి ప్రదేశములు సరిగా అక్షముమీదనే యున్నవి. అందుచేత భూమధ్యరేఖమీది యొకప్రదేశము 23 గంటల 56 నిమిషముల కాలములో రమారమి 25,000 మైళ్ళు తిరుగగా ధ్రువముమీది యొకప్రదేశ మాకాలములో కొంచెముదూరమైనను తిరుగదని చెప్పవలెను. దీనినిబట్టి భూమిపై నొకప్రదేశముయొక్క భ్రమణవేగము ఆప్రదేశముయొక్క అక్షాంశమునుబట్టి యుండునని యును, భూమధ్యరేఖమీది ప్రదేశముల భ్రమణవేగము సెకనునకు సుమారు 3/10 మైళ్ళుండగా ధ్రువములమీది ప్రదేశముల భ్రమణవేగము సెకనునకు '0' మైళ్ళుమాత్రమే యుండునని యును స్పష్టమగును. ధ్రువములకును భూమధ్యరేఖకును నడుమ నున్న అక్షాంశములమీది ప్రదేశముల భ్రమణవేగములు ఈగణిత, కణిత వేగములకును సమగల పరిమాణములను కలిగి యుండును.

భూమి ప్రకృతస్థితికినచ్చిననాటినుండియు దాని భ్రమణ కాలము స్థిరముగనే యున్నదా? లేదా మార్పునొందుచున్నదా? విజ్ఞానాభిలాషుల కందరకు సీతన్న యెప్పుడో ఒకస్పృహ తట్టకపోదు. అయితే కాలమును కొలుచునట్టి నేటి

మనగడియారములన్నియును భూభ్రమణకాలము నాధారము చేసికొనియున్నవే కాబట్టి వాని సాహాయ్యముతో ఆవిషయమును గ్రహించుట సాధ్యముకాదు. కాని సూర్యచంద్రగ్రహణములందు గ్రహణముల పట్టువిడుపుల మధ్యకాలమునకును భూభ్రమణవేగమునకును అవినాభావసంబంధమున్నది కాబట్టి ఆకాలపరిశీలనమువలన భూభ్రమణకాలమందు మాపువచ్చినదో లేదో తెలిసికొనవచ్చును. ఇట్టి యనుశీలనమువలన భూభ్రమణకాలము కొంచెము హెచ్చినదని వ్యక్తమైనది ; అనగా భూభ్రమణవేగము కొంచెముతగ్గినది. కాని యీవ్యత్యాసము అత్యల్పపరిమాణము గలదియని వేరేచెప్పనక్కరలేదు. భూభ్రమణకాలముతో నూరుసంవత్సరములకు  $\frac{1}{1000}$  సెకనులకంటె యెక్కువ పెరుగుదలలేదు. భూభ్రమణవేగముతో వచ్చిన యీమాంద్యమునకు కారణము సముద్రపు పాటుపోట్లే. పాటుపోటుల సమయముతో సముద్రములందలి జలమును అటునిటు జంకకుండ తమఆకర్షణబలములచేత సూర్యచంద్రులు లాగిపట్టుకొందురు. కాని ఆసమయమందుకూడ భూమి అధికవేగముతో భ్రమించుచునే యుండును. అందుచేత సముద్రగర్భమందలి ఎగుడుదిగుడు ప్రదేశములు తవ్వుమీది జలముతో కొంతఘర్షణను పొందును. ఈవిధముగా పాటుపోటులు అధికవేగముతో భ్రమించుచున్న భూమిపై ఒక 'బ్రేక్' వలె పనిచేసి దానిభ్రమణవేగముతో మాంద్యమును కలుగజేయుచున్నవి.

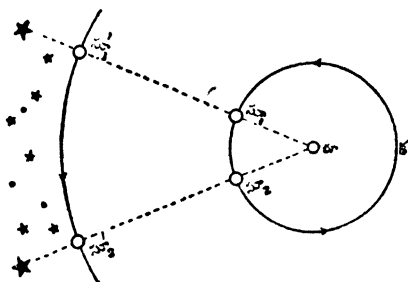
## ప రి భ్ర మ ణ ము

సూర్యుడు, నక్షత్రములు మున్నగు సభోమూర్తులు నిత్యము తూర్పున ఉదయించి పడమట సస్తమించుటకు కారణము భూమి తనఅక్షముపై భ్రమించుటయే యని పైపుటలలో గ్రహించితిమి. ప్రతిదినము తూర్పునుండి పడమరకు ప్రయాణముచేయుచున్నట్లు నక్షత్రములగపడినను వానిసాపేక్షస్థానములం దెట్టిమార్పును రాదని నక్షత్రములను జాగ్రత్తగా పరిశీలించనిచో మనకు న్యక్తమగును. కాని నక్షత్రములతో సూర్యనిస్థానమును అనుదినము పోల్చినయెడల నొకముఖ్య విషయము నెల్లడియగును. నక్షత్రములనుబట్టి ప్రతిదినము సుమారొక అంశమేర తూర్పుదిశగా జరిగినట్లు సూర్యుడు ప్రత్యక్షమగుటయే ఆముఖ్యవిషయము. సా ధా ర ణ ము గా ఆగష్టు 16 వ తేదీని మఖానక్షత్రమున్నతావున ఆకాశమందున్న సూర్యుడు క్రమముగా తూర్పుదిశగా జరిగి అక్టోబరు 31 న తేదీకి హస్తానక్షత్రము వ్యాపించియున్న ప్రదేశములో నున్నట్లు కనపడును. ఈరీతిగా సూర్యుడు సంవత్సరమంతయు తూర్పుదిశగా ప్రయాణముచేసి  $365\frac{1}{4}$  రోజులతరువాత ఆ  $365\frac{1}{4}$  రోజులకు పూర్వము ఆకాశమం దేతావున కనపడినాడో తిరిగి ఆతావుననే ప్రత్యక్షమగును. సూర్యున కీవిధమైన సాంవత్సరిక చలన ముండుటకు హేతువేమిటి ?

సూర్యుని సాంవత్సరికచలనమును రెండురకములుగా మనము విశదీకరింపవచ్చును. ఒకటి : సూర్యుడు భూమిచుట్టు ఒకసంవత్సరకాలములో తిరిగివచ్చుటచేత సూర్యునకు సాంవత్స

రికచలనము కలుగుచున్నదనుట ; రెండు : వాస్తవముగా సూర్యునిచుట్టు భూమియే తిరుగుచున్నను, సూర్యుడే తిరుగుచున్నట్లగపడుచున్నాడనుట.

భూమిచుట్టు సూర్యుడు తిరుగుచుండుటచేతనే సూర్యునికి సాంవత్సరికచలనము కలుగుచున్నదని మనము భావించినచో సూర్యుని సాంవత్సరికచలనము నీరీతిగా విశదీకరింపవచ్చును. 7 వ చిత్రములో భూ- అను బిందువు స్థిరముగనున్న భూమిని సూచించుచున్నదనుకొందము. సూ<sub>1</sub> సూ<sub>2</sub> క అను రేఖ భూమిచుట్టు సూర్యునిమార్గమును నిరూపించుచున్నదనికూడ భావించుము. సూర్యుడు తనమార్గమందు సూ<sub>1</sub> అను తావున

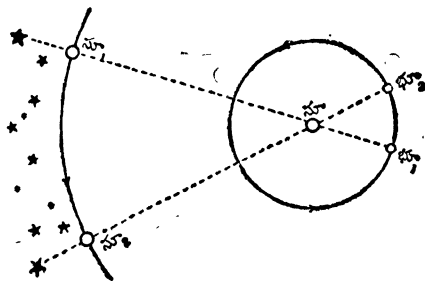


7 వ చిత్రము

నున్నచో ఆకాశములో నక్షత్రముల నడుమ సూ<sub>1</sub> అను తావున నున్నట్లాయన కనిపించును. సూర్యుడు తనమార్గములో సూ<sub>2</sub> అను బిందువు నొద్దకు ప్రయాణము చేసినపుడు ఆకాశములో నక్షత్రముల నడుమ సూ<sub>2</sub> అను తావుననున్నట్లాయన అగపడును. ఈరీతిగా నక్షత్రములనడుమ ఆకాశములో సూర్యు

డొనరించుచున్న దృశ్యసాంవత్సరిక ప్రయాణమును మనము విశదీకరింపవచ్చును.

ఇక సూర్యునిచుట్టును భూమి తిరుగుచుండుటచేతనే సూర్యునికి సాంవత్సరిక చలనమున్నట్లభివ్యక్తమగుచున్నదని నిరూపించుటకూడ కష్టముకాదు. 8 వ చిత్రములో సూ- అను బిందువు స్థిరముగానున్న సూర్యుని సూచించుచున్న దనుకొందము. సూర్యునిచుట్టును ప్రదక్షిణముచేయుచున్న భూమి భూ, అను స్థానముననున్నప్పుడు ఆకాశములో సూర్యుడు సూ, అను తావున నున్నట్లగపడును. భూమి తనమార్గము వెంబడి ముందుకు ప్రయాణముచేసి భూ<sub>2</sub> అను స్థానమును



8 వ చిత్రము

చేరుకొనినప్పుడు ఆకాశములో సూర్యుడు సూ<sub>2</sub> అను బిందువు నొద్దకు జరిగినట్లు తోచును.

ఈరీతిగా స్థిరముగానున్న భూమిచుట్టు సూర్యుడుతిరుగుచున్నాడని ఊహించుటచేతనైనను లేదా స్థిరముగానున్న సూర్యునిచుట్టు భూమియేతిరుగుచున్నదని భావించుటచేతనైనను కూడ సూర్యుని సాంవత్సరిక చలనమును విశదీకరింపవచ్చును.

అందుచేత ఈ ప్రమేయములలో ఏది సరియైనదో నిర్ణయించుటకు గాను ఇతరనిదర్శనముల సాహాయ్యము కావలెను. అందుకు గాను గతిజసూత్రములు, తేజోఽపాయనము, నక్షత్రముల లంబనము, వర్ణమాలారేఖలస్థానభ్రష్టత్వము మున్నగు అనేక సంఘటనలు మనకు తోడ్పడును. ఈనిదర్శనములవలన భూమి చుట్టు సూర్యుడుగాక సూర్యునిచుట్టు భూమితిరుగుటయే వాస్తవమని స్పష్టమైనది.

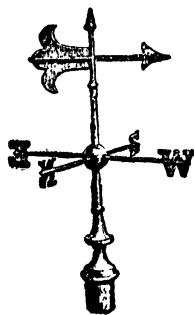
ఇట్లు సూర్యునిచుట్టు భూమితిరుగుటను భూపరిభ్రమణమందురు. పైనిపేర్కొనిన నిదర్శనములు భూపరిభ్రమణము నేరీతిగ రూఢమొనర్చుచున్ననో స్థూలముగ పరిశీలించుము.

గతిజసూత్రవిధానము : పరస్పరాకర్షణబలమునకు లోనైన రెండు వస్తువులు తమ సామాన్యగరిమనాభిని కేంద్రముగా నొనర్చుకొని పరిభ్రమించునని గతిజసూత్రములు స్పష్టపరచును. భూసూర్యగోళములు రెండును ఒకదానిపై నొకటి ఆకర్షణబలమును ప్రవర్తింపజేసికొనుచున్నవే. అందుచే నా రెండుగోళములను వాని సామాన్యగరిమనాభిచుట్టును తిరుగుచుండవలెననుట నిస్సందేహము. ఇక సూర్యగోళద్రవ్యరాశి భూగోళద్రవ్యరాశి కంటె సుమారు 3,31,000 రెట్లధికమగుట చేత భూసూర్యుల సామాన్యగరిమనాభి సూర్యగోళకేంద్రమునకు చేరువగనుండును. సూర్యకుటుంబములో భూసూర్యగోళములను రెండింటినిమాత్రమే దృష్టిలో నిడుకొని గావించిన లెక్కలవలన భూసూర్యగోళముల సామాన్యగరిమనాభి సూర్యగోళకేంద్రమునకు రమారమి 300 మైళ్ళ లోపుననేయున్నదనియును, భూగోళకేంద్రమునకు తొమ్మిదిగొట్లమైళ్ళకంటె ఎక్కువదూర

ములో నున్నదనియును స్పష్టమైనది. కాబట్టి యీసామాన్య గరిమనాభిచుట్టు చాల చిన్నకక్ష్యలో సూర్యుడు, మిక్కిలి పెద్దకక్ష్యలో భూమియును పరిభ్రమించుచుండవలెను. కాని యీ సామాన్యగరిమనాభి సూర్యగోళమునకు (సూర్యగోళవ్యాసము 8,66,600 మైళ్ళు) లోపలనే యున్నదికాబట్టి భూసూర్యుల జంటలో సూర్యుడు స్థిరముగా నున్నాడనియును, సూర్యుని చుట్టు భూమి తిరుగుచున్నదనియును పరిగణింపవచ్చును.

తేజోఽపాయనము : భూమిచుట్టు సూర్యుడుగాక సూర్యునిచుట్టు భూమియేతిరుగుచున్నదని నిరూపించుటకు కొన్ని దృక్పంథులనలుకూడ వోడ్చును. అందులో నొకటి తేజోఽపాయనము.

గాలి యేదిస్కూగా వీచుచున్నదో సూచించుపరికరమును కొందరు విలాసార్థము పడవముందుభాగమున బిగించుచుందురు. ఈపరికరమునందు నాలుగుదిక్కులను సూచించు సూచికలు ఒకఊచకు స్థిరముగా బిగింపబడి యుండును. ఊచను అక్షముగా నొసర్చుకొని యధేచ్ఛముగాభ్రమించు మరియొక సూచిక ఊచకొనయందుండును. ఈసూచిక గాలివీచుదిశకు అనుగుణముగాభ్రమింప గలుగుటచేత సూచికదిశనుబట్టి గాలివీచుదిశను కనుగొనవచ్చును. పడవ ముందు భాగమందున్న గాలివీచుదిశను సూచించు పరికరమును పడవనడుచుచున్న సమయములో జాగ్రత్తగా పరిశీలించినచో మన



౧ వ చిత్రము  
గాలివీచు దిశను  
సూచించు పరికరము



కొక వింతవిషయము అనుభూతమగును. గాలివీచుదిశలో ఎట్టి మార్పు లేకపోయినను పడవలంగరువేయబడి స్థిరముగానున్న పుడు ఆపరికరము చూపునట్టి గాలివీచు దిశకును, పడవప్రయాణముచేయుచున్న పు డాపరికరము చూపునట్టి గాలివీచు దిశకును కొంతవ్యత్యాస మగపడును. పడవవేగమధికమైన కొలదియు సీవ్యత్యాసముకూడ అధికమగును. హెచ్చువేగముతో ముందుకు సాగిపోవుచున్న పడవను హఠాత్తుగా ఆపివేసినచో పడవ లంగరువేయబడియున్న పుడు పరికరము చూపించు గాలివీచుదిశనే తిరిగి అప్పుడు పరికరము చూపించును. దీనిని బట్టి చలనస్థితియందున్న ఒకవస్తువునుండి చలనస్థితియందున్న మరియొక వస్తువును పరిశీలించినపుడు పరిశీలితవస్తుచలనదిశలో మార్పువచ్చినట్లు కనపడునని మనకు వ్యక్తమగును.

ఇదే విషయమును మనకు తరచు అనుభూతమగు నొక సంఘటన సాహాయ్యమున వివరింపవచ్చును. ఒకరోజున నర్నము తీరియుచున్న దనుకొందము. అప్పుడు గాలి యెక్కువగా వీచుట లేదనికూడ ఊహింతము. ఇట్టి సన్నివేశము అపూర్వమైనదేమియును కాదు. తరచుగా నట్టి నర్నమును మనమందరము పరికించియే యుందుము. గాలి లేకపోవుటచేత వానచినుకులు నిట్టనిలువుగాపడునని వేరేచెప్పినక్కరలేదు. ఆసమయములో గొడుగువేసకొని వానలో నుబడినామనుకొందము. వాన నిట్టనిలువుగ పడుచున్నది కాబట్టి వానకు తలయెక్కుండ నుండవలెనన్న వో గొడుగును తలపైని నిట్టనిలువుగా పట్టికొనవలెను. కాని వానలో ముంచుకు నడుచుచున్నప్పుడు గొడుగు

న దేరితిగా నిట్టనిలువుగా తలపై పట్టుకొన్నచో లాభములేదు ; వాసచినుకులు మనముందునుండి యేటవాలుగావచ్చి మనలను తడిపివేయును. కాబట్టి వర్షము నిట్టనిలువుగానే పడుచున్నను ఆవర్షములో నడుచుచున్నపుడు తడిసిపోకుండ నుండవలె నన్నచో గొడుగును కొంచెము ముందుకు వంచి పట్టుకొనవలెను. వాసలో మనగమనవేగము ఎక్కువైనకొలదియు వర్షములో మనము తడిసిపోకుండనుండుటకుగాను గొడుగును ముందుకు వంచవలసిన పరిమాణము ఇంకను ఎక్కువచేయుట అవసరమగును. ఈవిధముగా గాలివీచుదిశలో మార్పువచ్చి నట్లు కనబడుటకు కారణము మన గమనమే.

ఇట్లు అవేక్షక అవేక్షితవస్తువుల వేగఫలితముగా అవేక్షితవస్తుగమనదిశయందు గోచరమగుమార్పును 'అపాయనము' అందురు. ఈ అపాయనసంఘటనను సక్షత్రములకు వర్తింపజేసి ఫలితముల సరయుదము.

ఒకసక్షత్రమునుండి బయలుదేరినకాంతి అంతరాళమున ప్రయాణముచేరి కంటిని చేరుకొనుటవలననే మనమాసక్షత్రమును చూడగలుగుచున్నాము. సక్షత్రములను జాగ్రత్తగా ఒకసంవత్సరకాలము పరీక్షించినచో - వర్షభవనము, లంబనము మున్నగు సంఘటనలవలన వాగనిశలోవచ్చుమార్పులకు తగు సవరణలను గావించిననుకూడ - అవి స్థిరముగ లేనట్లు గోచరించును. క్రాంతివృత్తితలమందాన్న సక్షత్రమైన 41 సెకనుల పొడుస్థగల సరళ రేఖాపూర్ణమును, క్రాంతివృత్తిధ్రువమునందున్న సక్షత్రమైన 41 సెకనుల వ్యాసముగల వృత్తాకార

కక్ష్యను, క్రాంతివృత్తతలమునకును క్రాంతివృత్తధ్రువమునకును నడుమనున్న సక్షత్రమైన 41 సెకనులు అధికాక్షముగల దీర్ఘ వృత్తమును ఒకసంవత్సరకాలములో చుట్టినట్లులు కనపడును. ఈరీతిగా సక్షత్రములస్థానమందు మార్పు కానవచ్చుటకు కారణమేమి ? భూమిస్థిరముగానున్నచో సక్షత్రములందొట్టి చలనము గోచరమగుటకు వీలులేదు. అందుచేత పైని పేర్కొనిన ఉదాహరణముల సారూప్యమునుబట్టి గాలివీచుచున్న దిశయందును, వానచినుకులు పడుచున్న దిశయందును నిజముగా నెట్టిమార్పును లేకపోయినను నడచుచున్న పడవనుండి చూచినపుడు గాలి వీచుదిశయందును, నడచుచున్న మానవుడు పరిశీలించినపుడు వానచినుకుల పతనదిశయందును ఎరులమార్పు అభివ్యక్తమైనదో అటులనే ముందుకు పరుగిడుచున్న భూమినుండి సక్షత్రములను అవేక్షించుటచేత వానిదిశలో మార్పుకనబడుచున్నది. ఈమార్పు అపాయనమునలన జనించినదే. ఈరీతిగా అపాయన సంఘటన సాహాయ్యమున సూర్యగ్రహణము భూమియేరికుచున్నదని మనము నిర్ణయింపవచ్చును.

లంబసము : భూపరిభ్రమణమును నిరూపించుటకు మరియొక గొప్పాదర్శనము సక్షత్రముల లంబసము. ఎడమకంటిని మూసికొని కుడికంటిలో ఎరుగుగానున్న దీపమునో, చెట్టునో చూచినచో అదియొక నిర్దిష్టమైనదిశలో మనకగపడును. ఆదిశను సూచించుటకుగాను కుడికంటిని ఆవస్తుప్రసక్తము నడుమ సమముగా ఆవస్తుదిశలో ప్రవేశిస్తే, నన్నని చీప్రుపుల్లనో గుర్తుగా పెట్టము. పిమ్మట కుడికంటిని మూసికొని ఎడమ

కంటితో ఆవస్తువును చూచినచో, ఆవస్తువు, చేతివేలు లేదా చీపురుపుల్ల, ఎడమకన్ను ఒకదిశలో నుండవు ; ఎడమవైపునకు స్థానభ్రష్టత్వమునొందిన ప్లావస్తువు మనకగపడును. ఈరీతిని అవేక్షకుని స్థానమునందు వచ్చిన మార్పుఫలితముగా అవేక్షిత వస్తు స్థానమునందు వచ్చిన ప్లావము మార్పునకు 'లంబనము' అనిపేరు. కాబట్టి భూమిమీదనుండి పరిశీలించుచున్నపుడు సంవత్సరమందు వేర్వేరు సమయములలో భిన్నదిశలలో ఒక నక్షత్రము కనబడినయెడల భూమి పరిభ్రమించుచున్నదని మనము నిర్ణయింపవచ్చును.

లంబనఫలితముగా సంభవించిన స్థానభ్రష్టత్వమును 500 నక్షత్రముల విషయములో శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనినారు. లంబనమువలన ఒకనక్షత్రదిశలో వచ్చెడి మార్పుపరిమాణము భూమికిని ఆనక్షత్రమునకును గల దూరమునుబట్టికూడ నుండును. నక్షత్రము భూమికిదగ్గరగానున్నచో ఎక్కువ లంబనమును దూరముగ నున్నచో తక్కువలంబనమును కలిగియుండును. కాబట్టి అపాయనమువలన నక్షత్రములదిశలలో వచ్చెడిమార్పు అన్ని నక్షత్రములకును ఒకేపరిమాణమును కలిగియుండగా, లంబనమువలన కలిగిన ఆమార్పు నక్షత్రములదూరములనుబట్టి యుండును.

భూమిచుట్టు సూర్యుడుగాక సూర్యునిచుట్టు భూమియే తిరుగుచున్నదని నిరూపించు నిదర్శనములింకను అనేకము లున్నవి. వానిలో హెచ్చునిర్ధారణాత్మకమైన మరియొక నిద

ర్శనము నక్షత్రముల వర్ణమాలా శేఖలయందు, కానవచ్చు స్థానభ్రంశము.

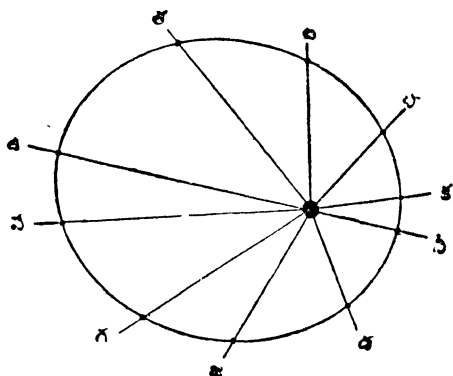
కక్ష్య

సూర్యుడు భూమిచుట్టునుగాక భూమియే సూర్యుని చుట్టును తిరుగుచున్నదని నిర్ధారణయైన పిమ్మట దాని మార్గమేయాకారమును కలిగియున్నదను ప్రశ్న వెంటనే ఉదయించును. ఒకసభోమ్మార్తి వేరొకసభోమ్మార్తి చుట్టును తిరుగుచున్న మార్గమును 'కక్ష్య' యను సాంకేతికనామముతో సాధారణముగా వ్యవహరింతురు.

సూర్యుని కేంద్రముగా జేసికొని వృత్తాకారకక్ష్యయందు భూమితిరుగుచున్నదని మనము భావించినచో భూసూర్యులమధ్య దూరమం దెన్నడును మార్పురాదు. కాబట్టి మనకగపడుచున్న సూర్యబింబపరిమాణము సంవత్సరము పొడుగునను ఒకేరీతిగా నుండవలెను. కాని ప్రత్యక్ష అవేక్షణలవలన సూర్యబింబపరిమాణము సంవత్సరముపొడుగునను మార్పునొందుచున్నట్లే కనపడును. భూమినుండి కొలిచినపుడు సూర్యబింబ వ్యాసము జనవరి 31 వ తేదీ ప్రాంతమున 32' 35" లును, జూలై 4 వ తేదీ ప్రాంతమున 31' 32" లును ఉన్నటుల వ్యక్తమగును. ఈరెండువిలువలును సూర్యుని దృశ్యవ్యాసపు గరిష్ఠ కనిష్ఠ పరిమాణములను తెలియజేయును. ఒకపక్షపు దగ్గరగనున్నపుడు పెద్దదిగను, దూరముగ నున్నపుడు చిన్నదిగను కనబడుట స్వాభావికము. కాబట్టి సూర్యుడు జనవరి నెలలో భూమికి చాల చేరువగను, జూలై నెలలో మిక్కిలి దూరముగను నున్నటుల దీనివలన మనకు తెల్లమగును.

సూర్యగోళవ్యాసమును మైఖ్య, గజములు అనగా ధైర్యమానములతోగాక డిగ్రీలు, నిమిషములు, సెకనులతో అనగా కోణీయమానములతో తెలియజేసినయెడల, ఆవ్యాసమును కోణీయవ్యాసమని యందురు. ఏసమయముననైనను భూమినుండి సూర్యునిదూరము సూర్యబింబదృశ్యకోణీయవ్యాసమునకు విలోమనిష్పత్తిలో నుండును. కాబట్టి వేర్వేరు దినములలోని సూర్యబింబదృశ్యకోణీయవ్యాసములనుబట్టి సంవత్సరమంతా యాదినములలో భూమినుండి సూర్యుని సాపేక్షదూరములను కనుగొనవచ్చును. భూమినుండి చూచినపుడు నక్షత్రములనుబట్టి సూర్యుడేదినమున ఆకాశమందేదిశలో కనిపించునో నిత్యము కనుగొని ఆనాటి భూసూర్యులసాపేక్షదూరము యొక్క సాహాయ్యమున ఆదినమున సూర్యుని స్థానమును నిరూపించు బిందువునొక

దానిని బడయవచ్చును. ఆరీతిగనే సంవత్సరము పొడుపునను గావించిన ఫలితములను ఒకచిత్రరూపమున మనము నిరూపించినచో ఆకాశములోసూర్యునిదృశ్యకక్ష్యయును ఆకక్ష్యకు



10 వ చిత్రము

నడుమ భూమియును 10 వ చిత్రములోవలె మనకు ప్రత్యక్షమగును. కాని నిజముగా భూమిచుట్టును సూర్యుడుగాక

సూర్యునిచుట్టు భూమియే తిరుగుచున్నది కాబట్టి సూర్యుని దృశ్యకక్ష్య భూకక్ష్య యోగము, ఆకక్ష్యనడుమ భూమిస్థానము వాస్తవముగా సూర్యుని స్థానమోయను మనకు వ్యక్తమగును.

ఈవిధముగా గావించిన అవేక్షణలవలన భూకక్ష్య దీర్ఘ వృత్తాకారముగ నున్నదనియు, ఆదీర్ఘవృత్తపు రెండునాభుల లోను ఒకదానియందు సూర్యుడున్నాడనియు స్పష్టమైనది. దీర్ఘవృత్తకేంద్రమునుండి 15,00,000 మైళ్ళదూరము ఒకనైపు నకు జరిగి సూర్యుడున్నాడు.

అయితే, ఇక్కడొక్కవిషయమును పేర్కొనవలసి యున్నది. భూకక్ష్య దీర్ఘవృత్తమనగా భూచంద్రయుగళము యొక్క గరిమనాభి సూర్యగోళకేంద్రము నొక నాభిగా గలిగి యున్న దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలో పరిభ్రమించుచున్నదని వివరింప వలెను. భూచంద్రయుగళపు గరిమనాభి భూకేంద్రమునకు రమారమి 3000 మైళ్ళ దూరముననున్నది. భూకేంద్రమున కును సూర్యకేంద్రమునకునుగల దూరముతోపోల్చినపుడు ఈ 3000 మైళ్ళ దూరము అంతగా లెక్కలోనికిరాదు. అందుచేత భూమి, అనగా భూకేంద్రము, సూర్యునిచుట్టును, అనగా సూర్యగోళకేంద్రముచుట్టును దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యయందు పరిభ్రమించుచున్నదని స్థూలముగా వచింపవచ్చును.

భూకక్ష్యదీర్ఘవృత్తమగుటచేతను, సూర్యుడు ఆదీర్ఘవృత్త కేంద్రమువద్దగాక నాభిద్వార ఉండుటవలనను భూసూర్యులనడిమి దూరములో మార్పువచ్చుచున్నది. భూమి సూర్యునకు చాల చేరువగ నున్నపుడు భూసూర్యులనడిమిదూరము 9,14,00,000

మైళ్ళిండును ; భూమి సూర్యునకు మిక్కిలి దూరముగనున్న పు  
 షాదూరము 9,46,00,000 మైళ్ళు. ఈ కనిష్ఠ గరిష్ఠ దూర  
 ములనడుమ సంవత్సరముపొడుగునను భూసూర్యుల నడిమి  
 దూరము మూడుచుండును. భూమి తనకక్ష్యయందు తిరుగుచు  
 సూర్యునకు మిక్కిలి దగ్గరగనున్నపుడు నీచస్థానమందున్న  
 దనియును, మిక్కిలిదూరముగనున్నపుడు ఉచ్చస్థానమందున్న  
 దనియును వచింతురు. భూమి నీచస్థానమందు జనవరి 31 వ తేదీన  
 ఉచ్చస్థానమందు జూలై 4 వ తేదీని యుండును.

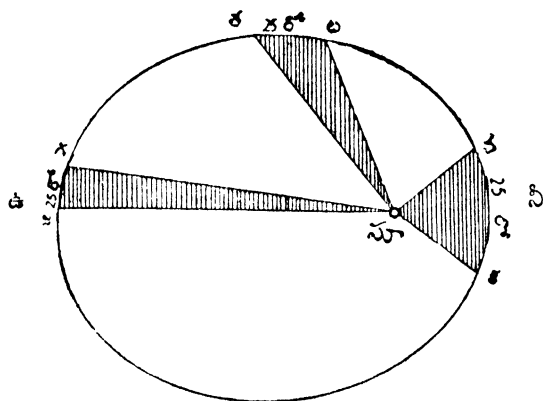
భూకక్ష్య దీర్ఘవృత్తమే యైనను అదియెక్కువగా సాగి  
 లేదు. దీనినే శాస్త్రపరిభాషలో ఎక్కువవికేంద్రమై యుండ  
 లేదని పేర్కొందురు. భూకక్ష్య వికేంద్రత 0.0167 మాత్రమే.  
 ఒకదీర్ఘవృత్తముయొక్క వికేంద్రత ఎంతయెక్కువైన, అంటే  
 దాని వికేంద్రత పరిమాణము '1' కి ఎంత సన్నిహితమైన,  
 అదిఅంతయెక్కువగా సాగియుండును ; ఎంతతక్కువైన, అంటే  
 దాని వికేంద్రత పరిమాణము '0' కు ఎంత చేరువగ  
 నున్న అది అంత హెచ్చుగా వృత్తమును పోలియుండును.  
 భూకక్ష్య వికేంద్రత చాల తక్కువ. కాబట్టి 'స్కైలు'కు సరిగా  
 భూకక్ష్యను గీసినచో, వట్టికంటిచో చూచి ఆకక్ష్య వృత్తమో  
 దీర్ఘవృత్తమో చెప్పట కష్టమగును. వృత్తమునకు మిక్కిలి  
 సన్నిహితముగా నదియుండుటయే అందుకు హేతువు.

ప రి భ్ర మ ణ వే గ ము

సూర్యునిచుట్టు భూమి తనకక్ష్యలో సమవేగముతో పరి  
 భ్రమిండుటలేదు. ఒకమూర్తి ఒకసెకనుకాలములో తిరుగునట్టి



దూరమునకు ఆమూర్తియొక్క వేగమనిపేరు. ఆమూర్తి తనకక్ష్యలో సమానకాలములలో సమానదూరములను తిరిగిన అది సమవేగమును కలిగియున్నదందురు. భూమి సూర్యుని చుట్టును సమవేగముతో పరిభ్రమించుట లేదు. కాని భూసూర్యులను కలుపునట్టి సరళరేఖ సమానకాలములలో సమానవైశాల్యములను చుట్టునట్లుగా భూమి తనకక్ష్యలో తిరుగుచున్నది. 11 వ చిత్రమునుబట్టి మన కావిషయము విశదమగును. భూకక్ష్యను సూచించు ఆచిత్రములో నీ- భూమియొక్క నీచస్థానమును, ఉ- భూమియొక్క ఉచ్చస్థానమును అనుకొందము.



11 వ చిత్రము

నీచస్థానసమీపమందున్నప్పుడు భూమి 25 దినముల కాలములో కనుండి చ యొద్దకు ప్రయాణముచేసి, వో ఉచ్చస్థానసమీపమందున్నప్పుడు 25 దినముల కాలములో నది గనుండి జకు మాత్రమే ప్రయాణము చేయును. భూసూర్యులను కలుపునట్టి

లేఖ సూకచ, సూగజ అను పై శాల్మములను సమాన కాలములందే చుట్టినది కాబట్టి ఆ పై శాల్మములు సమానములు. భూమి నీచస్థానమందున్నప్పటి భూసూర్యులసడిమి దూరము (సూసీ) కంటే భూమి ఉచ్చయందున్నప్పటి భూసూర్యులసడిమి దూరము (సూఉ) ఎక్కువకాబట్టి కచ అను దూరము గజ అను దూరముకంటే హెచ్చు. కాని యీ దూరములను సమానపరిమాణముగల కాలములలో భూమి చుట్టినది కాబట్టి నీచయం దున్నపుడు భూపరిభ్రమణవేగము మిక్కిలి హెచ్చుగను, ఉచ్చయందున్నపుడు భూపరిభ్రమణ వేగము మిక్కిలి తక్కువగను ఉండుననియును, ఈ గరిష్ఠ కనిష్ఠ పరిమాణములు గల పరిభ్రమణవేగముల సడమ భూపరిభ్రమణ వేగము మాటుచుండుననియును మనము గ్రహింపవచ్చును.

భూమి సూర్యునిచుట్టును ఒకసారి తిరిగివచ్చుటకు ఎన్ని సెకనుల కాలము పట్టునో దానిచేత భూకక్ష్యపొడుపును భాగింపగా భూమి సరాసరి వేగమువచ్చును. లేదా భూకక్ష్యవృత్తాకారముననున్నదని భావించి లెక్కగట్టిన వో ఈవిషయమింకను నులభముగ వేరును. భూసూర్యుల సరాసరి మధ్యదూరమును  $2 \times 3.1416$  చేత గుణించి వచ్చినలబ్ధమును భూమి సూర్యుని చుట్టు ఒకసారి తిరిగివచ్చుటకు ఎన్ని సెకనుల కాలము పట్టునో దానిచేత భాగించిన వో భూమి సరాసరి పరిభ్రమణవేగము ఇంచుమించుగావచ్చును. ఈరీతిగా లెక్కగట్టటవలన భూమి సరాసరి పరిభ్రమణవేగము సెకనుకు 18.5 మైళ్ళు ని వ్యక్తమైనది. అంటే భూమి సూర్యునిచుట్టు నివిషయమునకు రమారమి 1100

మైళ్ళు, గంటకు 66,000 మైళ్ళు వేగముతో పరిభ్రమించుచున్నది. గంటకు 30 మైళ్ళు వేగముతో పరుగిడుచున్న మన రైళ్ళ వేగముకంటె ఇది సుమారు 2000 రెట్లు హెచ్చు ; గంటకు 200 మైళ్ళు వేగముతో పరుగిడుచున్న విమానముల వేగముకంటె ఇది రమారమి 300 రెట్లు అధికము. ఇంత అత్యధిక వేగముతో ఎక్కడ రెప్పపాటు కాలముకూడ ఎన్నడు ఆగకుండ అవిచ్చిన్నముగ భూమి ప్రయాణముచేయుచున్నది. అయినను ఈ పయనప్రజాడ గునుమంతయు మనకు పొడగట్టుటలేదు.

భూమి సూర్యునిచుట్టు నొకసారి తిరిగి వచ్చుటకు 365.256 దినములు పట్టును. ఈ కాలమునకు ఒక సారి సంవత్సరమని పేరు.

ప రి భ్ర మ ణ కౌ ర ణ ము

భూమి సూర్యునిచుట్టును నిడుమిత దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలో అత్యధిక వేగముతో ఏల పరిభ్రమించుచున్నది ? ఇది యొక పెద్ద ప్రశ్న !

మనము బెడ్డను పైకి వినరినపుడు ఆ బెడ్డకొంతదూరము పైకిపోయి తిరిగి భూమిపైబడును ; అంతేగాని అదిదుట్టే ఆకాశములో నిలిచిపోదు. ఈరీతిగా పైకి వినరబడిన బెడ్డ తిరిగి భూమిపైపడుటకు కారణము బెడ్డపైభూమి నెరపు ఆకర్షణబలమే. భూమికి ఆకర్షణబలము దాని ద్రవ్యరాశివలన కలుగుచున్నది. భూమికున్న యీ ఆకర్షణబలమునకు భూమ్యాకర్షణబలమనియును, గురుత్వాకర్షణ బలమనియును పేరు.

బ్రహ్మాండములో భూమికొక్కదానికేగాక ప్రతిమూర్తికిని ప్రతి వస్తువునకునుకూడ గురుత్వాకర్షణ బలమున్నది. తక్కువ ద్రవ్యరాశిని కలిగియున్న మూర్తుల కీబలము తక్కువగాను, ఎక్కువ ద్రవ్యరాశిని కలిగియున్న మూర్తుల కీబలము ఎక్కువగాను ఉండును. అంతేగాక ఒకమూర్తి మరియొక మూర్తిపై ప్రవర్తించునట్టి గురుత్వాకర్షణబలపరిమాణము ఆమూర్తుల సజ్జిమిదూరము ఎక్కువైనకొలదియును తగ్గును. ఈవిషయమునే, 'బ్రహ్మాండములో ఒకమూర్తి మరియొక మూర్తిపై ప్రయోగించునట్టి ఆకర్షణబలము ఆమూర్తుల ద్రవ్య సంచయముల లబ్ధమునకు అనులోమానుపాతముగోను, వాని మధ్యదూరవర్గమునకు విలోమానుపాతముగోను ఉండునని' ఒక నియమ రూపమున వ్యక్తపరుపవచ్చును. ఇట్లు బ్రహ్మాండము లోని మూర్తులన్నియు ఒకదానినొకటి పరస్పరము ఆకర్షించుకొనుచున్నప్పటికిని చాల మూర్తులమధ్యదూరములు అత్యధికములగుటవలన అట్టివి పరస్పరము ప్రవర్తించుకొనునట్టి ఆకర్షణబలములు తెక్కలోనికిరావు.

సూర్యకుటుంబములోని మూర్తు లన్నిటికంటెను ఎక్కువద్రవ్యముగల గోళము సూర్యుడు. అధిక ద్రవ్యముగల నభోమూర్తు లన్నిటిలోను సూర్యకుటుంబమునకు చేరువగా నున్న గోళముకూడ సూర్యుడే. కాబట్టి సూర్యకుటుంబము లోనిమూర్తు లన్నిటిపైనను సూర్యగోళము ఎక్కువ ఆకర్షణబలమును ప్రవర్తింపజేయుచు భూమిపైకూడ అధిక ఆకర్షణబలమును నెరపుచున్నది. అందువలన పెకివినరబడిన బెడను భూమి తన ఆకర్షణబలముచేత ఎక్కు తిరిగి తనవైపునకు లాగుకొను

చున్నదో ఆరీతిగనే సూర్యుడు తన ఆకర్షణబలన భూమిని తన వైపునకు లాగుకొనుచున్నాడు. కాని జననము నొందిన సమయమునుండియు భూమికి అధికమైన వేగము సంప్రాప్తమైనది. ఆ అధికవేగమువలన సూర్యునిపైబడుటకు బదులు సూర్యుని చుట్టు భూమి తిరుగవలసినచిన్నది. దీపావళినాడు పిల్లలు చక్ర పోల్లములను (ఉప్పపోల్లములను) త్రిప్పటను మనము చూచియే యుందుము. చక్రపోల్లమును గిట్టుగిట్టున త్రిప్పినకొలదియు దానినుండి విడివడిన అన్నికణములు ఆపోల్లమును త్రిప్పుచున్న వానినుండి దూరముగాపోయి పడును. ఆవిధముగనే భూమి సూర్యునిచుట్టు తిరుగుటను ప్రారంభించినప్పటినుండియు సూర్యునినుండి దూరముగా అంతరాళములోనికి పోయిపడుటకు అది ప్రయత్నించుచునేయున్నది. కాని తన్ను పూర్తిగావిడిచి అంతరాళములోనికిపోకుండ సూర్యగోళము తన గురుత్వాకర్షణబలము వలన భూమిని లాగిపట్టుకొనుచున్నది. ఈవిధముగా తనపరిభ్రమణమువలన సూర్యునినుండి దూరముగాపోయి పడుటకు భూమి ప్రయత్నించుచుండగా సూర్యుడు తన గురుత్వాకర్షణబలము వలన భూమిని తనమీదికి లాగుకొనుటకు ప్రయత్నించుచున్నాడు. ఈపెనుగులాట ఫలితముగా భూమి సూర్యునిచుట్టు నిర్దిష్టమైన దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలో అనవరతముగా పరిభ్రమించుచున్నది.

పైచర్చనుబట్టి భూకక్ష్యపరిమాణము సూర్యుని ఆకర్షణ బలమును బట్టియును, భూపరిభ్రమణవేగమునుబట్టియును నున్నదని విదితమగును. ఇక సూర్యాకర్షణబలము సూర్యగోళద్రవ్య

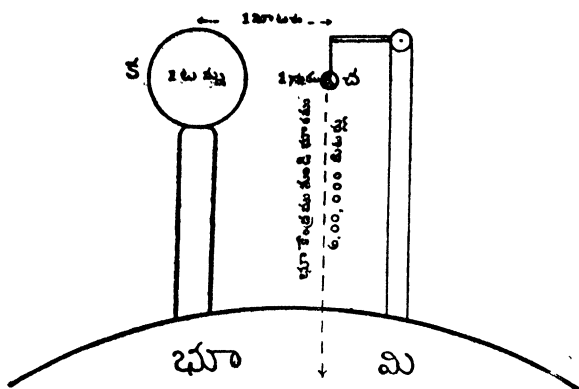
రాశినిబట్టి యుండును. అందుచేత సూర్యగోళద్రవ్యరాశి యందుగాని, భూపరిభ్రమణవేగమునందుగాని మార్పురానంత వరకు భూకక్ష్యపరిమాణము స్థిరముగనేయుండును. అట్లుగాక సూర్యాకర్షణబల మధిక మగుటగాని, భూపరిభ్రమణవేగము తగ్గుటగాని సంభవించినచో భూకక్ష్య సంకోచముపొందుట యును, సూర్యాకర్షణబలము తగ్గుటగాని భూపరిభ్రమణ వేగము హెచ్చుటగాని సంభవించినచో భూకక్ష్యవ్యాకోచము పొందుటయును తథ్యము. కాని యింతలో నివి యేమియును జరుగుటకు హెచ్చుతగ్గుకాశము లేదుగాన నన్ని హితభావికాల మందు భూకక్ష్యయం దెట్టిమార్పును రాదని మనము చెప్పవచ్చును.

## ద్రవ్య రాశి

చిన్న బంగారపుముక్కను సున్నితమైనత్రాసుతోతూచి దానియం దెంత ద్రవ్యమున్నదో తెలిసికొనవచ్చును ; బెల్లపు బుట్టను కాటాలోవేసి తూచి అందున్న బెల్లముయొక్క ద్రవ్య మెంతో నిర్ణయింపవచ్చును. భూమిమీదనున్న వేర్వేరువస్తువుల ద్రవ్యరాసులను కనుగొనుటకు పలువిధానము లాచరణలో నున్నవి. కాని భూమివంటియొక పెద్దగోళముయొక్క ద్రవ్య రాశిని కనుగొనుట కవి యేమియును ఉపయోగపడవు. భూమిని కాటాలో పెట్టుటయే అసాధ్యముకదా. కాబట్టి పరోక్షవిధానములవలననే భూద్రవ్యరాశిని కనుగొనవలసియున్నది.

భూమికి ఆకర్షణబలము దాని అధికద్రవ్యరాశివలన చేకూరుచున్నదని గ్రహించితిమి. కాబట్టి నియతద్రవ్యరాశిగల

ఒకవస్తువు నియతద్రవ్యరాశిగల మరియొకవస్తువుపై ప్రవర్తింప జేయునట్టి ఆకర్షణబలముతో ఆనియత ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుపై భూమి ప్రయోగించునట్టి ఆకర్షణబలమును పోల్చి భూద్రవ్య రాశిని కనుగొనవచ్చును.



12 వ చిత్రము

1 గ్రాము ద్రవ్యరాశిగల చ అనునొక సీసపుగుండు భూమిమీద స్వేచ్ఛగ వ్రేలాడదీయబడినదనుకొందము. దానికి 1 మీటరుదూరములో 1 టన్ను బరువుగల క అను మరి యొకసీసపుగుండు ఉన్న దనుకొందము. క, చ అను రెండు గుండ్ల కేంద్రములును భూమినుండి ఒకే మట్టమునకూడ ఉన్న వనుకొందము. క, చ అను గోళములు రెండునుకూడ ద్రవ్య ముతోహూడియున్న వే కాబట్టి అవి ఒకదానినొకటి పరస్పరము కొంత నిర్ణీతపరిమాణముగల బలముతో ఆకర్షించుకొనును. ఈ ఆకర్షణబలమును నిర్ణయించుట కొంచెము కష్టమైనను

అందు కనేక ప్రయోగము లున్నవి. వానిలో మిక్కిలి సునిశితమైనది సి. వి. బాయిస్ వర్పరచినట్టిది.

ఇట్టి ప్రయోగమువలన  $\frac{1}{165,000,000}$  గ్రాములబరువు బాయిస్ చ అను వస్తువు క అను వస్తువును ఆకర్షించుచున్న దని వ్యక్తమైనది. ఇక చ అను గుండుబరువు 1 గ్రాము బరువు కాబట్టి భూమిసది ఆకర్షించు బలపరిమాణముకూడ 1 గ్రాము బరువే. అందుచేత క, చ అనుగుండ్ల కేంద్రములను, భూకేంద్రమును ఒకే మట్టమందున్నచో చ అను వస్తువు  $\frac{1}{165,000,000}$  గ్రాముల బరువుబలముతో ఆకర్షించునట్టి క అను గుండుయొక్క ద్రవ్యరాశి 1 టన్ను ఉన్నయెడల అది 1 గ్రాము బరువుబలముతో ఆకర్షించునట్టి భూమియొక్క ద్రవ్యరాశి 165,000,000 టన్నులుండునని తేలును. అయితే భూకేంద్రమును, చ అనుగుండుయొక్క కేంద్రమును ఒకేమట్టములో లేవు. వాని రెండింటికిని రమారమి 6,000,000 మీటర్ల దూరమున్నది. ఒక వస్తువు మరియొక వస్తువుపై ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలము వాని మధ్యదూరవర్గమునకు విలోమానుపాతముతో నుండునని గురుత్వాకర్షణ నియమమువలన మనకు తెలిసియేయున్నది. కాన భూకేంద్రమును చ అను గుండు కేంద్రమును ఒకే మట్టములో నున్నచో భూమిపై చ అను గుండు ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలము పైని పేర్కొన్న బలమునకు  $6,000,000 \times 6,000,000$  రెట్లుండునని స్పష్టమగును. కాబట్టి భూద్రవ్యరాశి  $165,000,000 \times 6,000,000 \times 6,000,000$  టన్నులు; అనగా  $5.9 \times 10^{21}$  టన్నులు.



## ముతువులు

భూమికి వేడి వెలుగులు సూర్యునివలననే లభ్యమగుచున్నవి. అందుచేత భూమి సూర్యునికి చేరువగా నున్నప్పుడు దానిపైని వేడి యెక్కువగను, దూరముగనున్నప్పుడు తక్కువగను ఉండవలెను. భూమి సూర్యునకు మిక్కిలి చేరువగా జనవరి 3 వ తేదీని, ఎక్కువదూరముగా జూలై 4 వ తేదీని ఉండును. ఈకనిష్ఠ గరిష్ఠ దూరములు 3% కంటె ఎక్కువవ్యత్యాసమును కలిగియుండలేదు. కాని వేసవికాలములోని ఎండవేడిమికిని శీతకాలములోని ఎండవేడిమికిని వ్యత్యాసము సామాన్యముగ 3% కంటె అధికముగనేయుండును. కాబట్టి భూసూర్యులమధ్య దూరమునందువచ్చు అల్పవ్యత్యాసమువలననే వేసవికాలములోని ఎండవేడిమికిని, శీతకాలములోని ఎండవేడిమికిని గల వ్యత్యాసము సంభవించుచున్నదని చెప్పటకు వీలులేదు. పైగా ఉత్తరార్ధగోళములో భూమికి సూర్యుడు చేరువగానున్నప్పుడు శీతకాలమును, దూరముగానున్నప్పుడు వేసవికాలమును అగును. కాబట్టి భూమిపై వేర్వేరుకాలములలో తాపక్రమ వ్యత్యాసములేర్పడుటకు కారణము మరెవ్వరికీ యుండియుండవలెననుట స్పష్టము. భూమ్యక్షము క్రాంతివృత్త తలమునకు లంబనిశాఖ నుండక కొద్దిగా వంగియుండుట భూతలముపై ముతువులు కలుగుటకు కారణము.

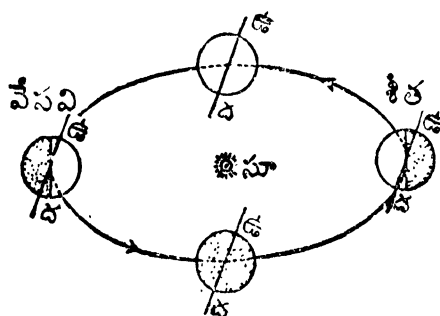
భూక్ష్యతలమును ఆకాశములోనికి పొదిగించినచో అది ఆకాశమును ఎక్కడ కలిసికొనునో ఆవృత్తమునకు క్రాంతివృత్త మగుపేర. ఆకాశములో నక్షత్రములను కను ఈక్రాంతివృత్తము

నెంబడి సూర్యుడు సంచరించుచున్నట్లు గోచరించును. కాని నిజముగా నిది భూకక్ష్యయే. ఈక్రాంతివృత్తమార్గమునకు సరిగా లంబదిశలో భూమ్యక్షము లేదు. క్రాంతివృత్తతల లంబమునకు  $23\frac{1}{2}$  అంశలు వంగి అది యున్నది. అంటే క్రాంతివృత్తతలమునకు భూమధ్యరేఖాతలము  $23\frac{1}{2}$  అంశలు ఏటవాలుగా నున్నది.

సూర్యుని సనుసరించి భూమి నిలుకడగా నుండియున్నట్లయిన భూమిపై వేర్వేరు సమయములలో తాపక్రమ వ్యత్యాసము లేర్పడియుండెడివికావు ; అనగా ఋతువులు కలిగెడివికావు. అప్పుడు భూమిపై ప్రదేశమైనను సంవత్సరము పొడుపునను సమాన తాపక్రమమును కలిగియుండెడిది. పోనీ భూమ్యక్షము క్రాంతివృత్తతలమునకు లంబదిశలోనుండియున్నను కూడ భూమి సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్నను భూతలమందు ఒక ప్రదేశ తాపక్రమములో ఎక్కువవ్యత్యాసము ఉండకపోయెడిది. అప్పుడుకూడ భూమిమీద సూర్యకిరణములు ఒకే ఏటవాలుగా పడుటచేత ఋతువులు ఉండెడివికావు. భూమధ్యరేఖాప్రాంతములో ఉష్ణముగను, ధ్రువములదగ్గర శీతలముగను మాత్రమే అప్పుడు ఉండియుండును. కాబట్టి సూర్యునినకును భూమికిని గల దూరములోవచ్చు వ్యత్యాసమును లెక్కలోనికి తీసికొనక పోయినచో ఏ ప్రదేశములోనుకూడ ఋతువులు ఏర్పడి యుండెడివికావు.

కాని భూమ్యక్షము క్రాంతివృత్తతల లంబమునకు  $23\frac{1}{2}$  అంశలు వంగియుండుటచేతను, సూర్యునిచుట్టు భూమి తిరుగు

టలో దాని అక్షమెల్లప్పుడు ఒకే దిశగా వంగియుండుటచేతను సంవత్సరమందు కొంతకాలము భూమ్యక్షపు ఉత్తరప్రకొన సూర్యుని కిచ్చేరువగను, వేరొకసమయమందు దక్షిణప్రకొన



13 ఏ చిత్రము

సూర్యునికి చేరువగను ఉండును. భూమి యొక్క ఏకొన సూర్యునికి చేరువగ నుండునో ఆసమయ మందు ఆకొనగల అర్ధ గోళమున వేసవి యగును. కాబట్టి

భూమ్యక్షపు ఏటవానితనము భూమి యొక్క తేర్పడుటవల్లను, అక్షాంశపరాణముతో వేర్వేరు సమయములందు వ్యత్యాసము సంభవించుటవను చూరడభూతి ముప్రమున్నది.

### అయన చలనము

భూమ్యక్షము సక్షత్రములనుబట్టి యెల్లప్పుడు నొకేదిశను సూచించునట్లుగా భూమి సూర్యుని చుట్టును పరిభ్రమించుచున్న దని పేర్కొనియుంటిమి. ఇది కొంతవరకు నిజమేకాని పూర్తిగా సత్యముకాదు.

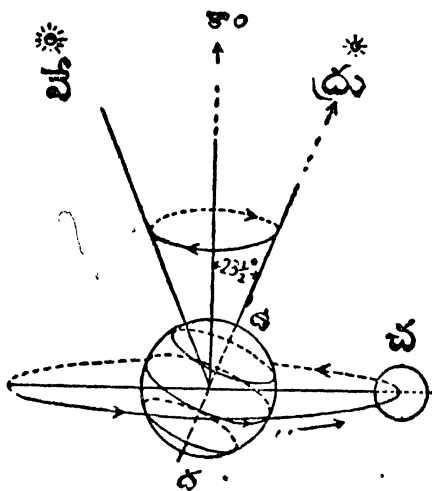
భూమధ్యరేఖాతలమును ఆకాశమున కంటునట్లుగా పొడి గించినయెడల అది సభోగోళము నొకవృత్తమున తాకును. ఈ వృత్తమునకు సభోమధ్యరేఖయనిపేరు. సూర్యుడు సక్షత్రముల ననుసరించి ఆకాశమం దొకసంవత్సరకాలమునో చుట్టిన స్థాన

పడు వృత్తాకారమార్గమును క్రాంతివృత్తమని యందురు. క్రాంతివృత్తమునకు సభోమధ్యరేఖ యేటవాలుగా నున్నది. వానివాలు  $23^{\circ} 27'$ . సభోమధ్యరేఖయును క్రాంతివృత్తమును ఖండించుకొను బిందువులకు విషవత్తులని పేరు. ఈబిందువులందు సూర్యుడున్నపుడు భూగోళమం దంతటను రాత్రింబవత్తు సమాసముగా నుండును. వాల్బో ఉత్తరాభిముఖుడై సంచరించుచున్నపుడు సూర్యుడు దానినట్టి విషవత్ బిందువునకు మేషాది బిందువనియు, దక్షిణాభిముఖుడై సంచరించుచున్నపుడు డాయన దానినట్టి బిందువునకు గిలావెబిందువనియును పేర్లు.

విషవత్తులు ప్రతిసంవత్సరమునను సభోమధ్యరేఖయందొకేస్థానములందు సంభవించుట తేడ. ప్రతిసంవత్సరమునను సూర్యుడు ఆవెనుకటి సంవత్సరమున తాను సభోమధ్యరేఖను దాటిన స్థానములకు పశ్చిమమున  $50.26$  సెకనుల దూరములో దాటును. కాబట్టి విషవత్తులు సంవత్సరమునకు రహారవి  $50$  సెకనుల చొప్పున క్రమముగా పశ్చిమదిశగా జరుగుచున్నవి. ఈసంఘటననే అయనచలనమని వ్యవహరింతురు. ఇక దీనికి కారణమును, ఫలితములను అరయుదము.

బొంగరములను సాధారణముగా మనమందరమును త్రిప్పియే యుందుము ; లేదా అధమము బొంగరము తిరుగుట యైనను చూచియుందుము. బొంగరము ముల్లుపైఱిని తిరుగుచుండును కదా ! బొంగరముముల్లునుండి బొంగరముతలలోని మధ్యబిందువుకొక ఋజురేఖను ఊహించుకొనినచో అది బొంగరముయొక్క భ్రమణక్షమును సూచించును. సామాన్యముగా బొంగరము తిరుగుచున్నపుడు దానిఅక్షము భూతల

మునకు లంబదిశలోనే యుండును. ఆరీతిగా లంబదిశలో తన అక్షముపై భ్రమించుచున్న బొంగరమును చేతితో నెమ్మదిగా కొట్టినచో బొంగరముయొక్క భ్రమణాక్షదిశయందు కొద్ది మాపు వచ్చి, లంబమునకు కొద్దిగా నంగియున్న అక్షముపై నదిభ్రమించుట కారంభించును. అందువలన బొంగరముయొక్క ముల్లును ఆధారముగా నొనర్చుకొని శంఖుఆకారములో బొంగరపుఅక్షము తిరుగును. ఈరీతి బొంగరపుచలనమును అయనచలనమని వ్యవహరింతురు. నూనెగానుగలో గానుగ రోకలి చలనమును గుర్తుకు తెచ్చుకొన్నచో ఈ బొంగరపు అక్షచలనము కన్నులకు కట్టిపట్లు ద్యోతకమగును.



14 వ చిత్రము

భూమధ్యరేఖాప్రాంతమందలి భూమియొక్క అధిక ద్రవ్యమువైనూర్యచంద్రుల సంయుక్త ఆకర్షణఫలితముగా అయనచలనము సంభవించుచున్నది.

14 వ చిత్రములో ఉ- భూమియొక్క ఉత్తరధ్రువమును, ద- దక్షిణధ్రువమును, ఉద- భూమ్యక్షమును నిరూపించును. భూమ్యక్షదిశయందే ప్రస్తుతము ఆకాశములో ద్రు- అను ఉత్తరధ్రువనక్షత్రమున్నది. చిత్రములో దిగువభాగమందున్న పెద్దవృత్తము క్రాంతివృత్తము. ఇంచుమించుగా ఈవృత్తతలమందే సూర్యుడును, చంద్రుడును ఉందురు. చిత్రములో చ- చంద్రుడు, కాం- క్రాంతివృత్తధ్రువము, వే-వేగానక్షత్రము.

భూమి సమమైన గోళముగాగాక ఉత్తరదక్షిణములుగా కొంచెమదుమబడి యుండుటచేత దానిపై సూర్యచంద్రుల ఆకర్షణబలములు ధ్రువములనుండి భూమధ్యరేఖాప్రాంతమునకు పోయినకొలదియు క్రమముగా అధికమగును. భూమ్యక్షము క్రాంతివృత్తతలమునకు రమారమి 66.5° వంగి యుండుటచేతను, భూమిపై ధ్రువములదగ్గరకంటె భూమధ్యరేఖాప్రాంతమున సూర్యచంద్రుల ఆకర్షణబలము అధికమగుటవలనను, లంబదిశగానున్న అక్షముపై తిరుగుచున్న బొంగరమును చేతితో తట్టగా వచ్చిన ఫలితము భూమివిషయములో వీనివలన సంభవించుచున్నది. తత్ఫలితముగా భూమ్యక్షదిశ నెప్పుదిగామారి, క్రాంతివృత్తతలమునకు లంబదిశలో అక్షమును కలిగియున్న శంఖాకారమును భూమ్యక్షము చుట్టుచున్నది. ఇదే అయిన చలనమునకు కారణము.

భూమధ్యరేఖాప్రాంతమునకు పోయినకొలదియు సూర్యచంద్రుల ఆకర్షణబలము అధికమగుటవలన భూమ్యక్షదిశలో

వచ్చు మార్పు సంవత్సరమునకు రమారమి 50.2 సెకనులుండును. భూమ్యక్షగిళలో సంభవించిన యీ మార్పున కనుగుణమైన మార్పు భూమధ్యరేఖాతలనిశ్చయందును, సభోమధ్యరేఖ క్రాంతివృత్తము పరస్పరము ఖండించుకొను బిందువుల స్థానమునందును ప్రాప్తించునుగదా ! కాబట్టి మేషాదిబిందువు తులాది బిందువు ప్రతిసంవత్సరము 50.26 సెకనుల దూరము పశ్చిమదిశగా నడచుచున్నవి. అందుచేత రమారమి 25,800 సంవత్సరముల కాలములో విషవత్తులు ఒకవృత్తమును చుట్టును.

క్రీస్తుపూర్వము 60 వ సంవత్సరమునకు పూర్వము మేషాదిబిందువు మేషరాశిలో నుండెడిది. అయినచలనము వలన క్రీ. పూ. 60 వ సంవత్సరములో అది మీనరాశియున్న ప్రదేశములోనికి మారినది. క్రీ. వె. 2,740 సంవత్సరములో అది కుంభరాశిలోనికి వచ్చును. క్రీ. వె. 25,740 ప్రాంతమున గాని తిరిగి అది మేషరాశిని చేరుకొనదు.

భూమ్యక్షతలము 25,800 సంవత్సరముల కాలములో ఒక శంఖును చుట్టి వచ్చునప్పటికి భూమ్యక్షర దక్షిణాగ్రములు క్రాంతివృత్తధ్రువములను కేంద్రములుగా గలిగి 29<sup>1</sup>/<sub>2</sub>° వ్యాసార్థములుగల చిన్నవృత్తములను ఆకాశమున చుట్టును. ఈ రీతిగా భూమ్యక్షనిశ్చయందు మార్పునచ్చుటచేత ధ్రువస్థానములంకరించిన సక్షత్రములోకూడ మార్పువచ్చును. ప్రస్తుతము భూమ్యక్షపు టుత్తరదిశగానున్న ఆల్ఫా అర్సా మైనోరిస్ సక్షత్రము ధ్రువస్థానముననుండి ధ్రువసక్షత్రమును పేరున బరగు

చున్నది. అయినచలనమువలన కొద్దికాలములో ఆల్ఫా అర్నా మైనోరిస్ నక్షత్రమునకీ ధ్రువనక్షత్రపదవిపోవును. ఆతరువాత క్రీ. వె. సుమారు 5,000 సంవత్సరమునాటికి సెసియస్ రాశి లోని గామా సెసియై నక్షత్రమును, ఆతరువాత క్రీ. వె. సుమారు 8,000 సంవత్సరమునాటికి సెసియస్ రాశిలోని ఆల్ఫా సెసియై నక్షత్రమును, అటుపిమ్మట వరుసగా క్రీ. వె. సుమారు 10,000 నాటినుండి పైగ్నస్ రాశిలోని ఆల్ఫా, గామా నక్షత్రములును, క్రీ. వె. 14,000 నాటినుండి లైరా రాశిలోని వేగానక్షత్రమును, క్రీ. వె. 16,000 నాటినుండి హెయ్యులస్ రాశిలోని నక్షత్రములును, ఆ తరువాత డ్రేకో రాశిలోని ఆల్ఫానక్షత్రమును ధ్రువపదవిని పొందును. క్రీ. వె. 27,000 సంవత్సరమునాటికి ఆల్ఫా అర్నా మైనోరిస్ కు తిరిగి ధ్రువపదవి లభ్యమగును. ధ్రువ పదవియం దేనక్షత్రమున్నదో ఆనక్షత్రముచుట్టు నభోమూర్తు లన్నియు తిరుగుచున్నట్లు కనపడునుగాన ప్రస్తుతము ఆల్ఫా అర్నా మైనోరిస్ చుట్టును తిరుగుచున్న నభోమూర్తు లన్నియు భవిష్యత్తులో క్రమముగా గామా సెసియై, ఆల్ఫా సెసియై, ఆల్ఫాపైగ్నీ, గామా పైగ్నీ, వేగా, హెయ్యులస్, ఆల్ఫా డ్రేకోసిస్ మున్నగు నక్షత్రముల చుట్టును ప్రదక్షిణమొనర్చు చున్నట్లు లభివ్యక్తమగును.

న్యూ బే షన్

భూమ్యక్షపు శంఖాకారచలనము భూమధ్యరేఖాప్రాంత మందలి భూమియొక్క అధికద్రవ్యముపై సూర్యచంద్రుల



సంయుక్త ఆకర్షణ శక్తిలతముగా సంభవించినదే గదా! ఐతే భూమి ననుసరించి సూర్యచంద్రుల సాపేక్షస్థానము లెల్లప్పుడును ఏక రీతిగ నుండవు. ఆహేలువుచేత అయినచలనమునకు కారణ భూతమైన వాని సంయుక్త ఆకర్షణబలమునందుకూడ మాడ్చు వచ్చును. ఈమాడ్చునలన భూమ్యక్షపు శంఖాకారచలనము నందును, ధ్రువములయొక్క వృత్తాకారచలనమునందునుకూడ పాముమెలికవంటి చలనము మిళితమైయుండును. ఈచలనము నకే న్యూటన్ అనిపేరు.

---

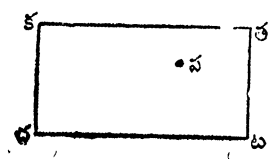
## న భోగోళము

భూగోళముమీద నెక్కడనుండి చూచినను అక్కడ నున్నవారికి అక్కడి ఆకాశ మించుమించు అర్ధగోళాకారమున గోచరించును. కాని ఏకకాలములో భూమిమీది వేర్వేరు ప్రదేశములందున్న వారికి కనిపించు ఆకాశార్ధగోళములు సమానములు గావు. అంతేగాక భూమిమీద ఒకప్రదేశమందున్న వారికి కనిపించు ఆకాశార్ధగోళమును, వారికి సరిగా విముఖ దిశలో భూగోళమునకు రెండవనైపున నున్నవారికి కనిపించు ఆకాశార్ధగోళమును పూర్తిగా విభిన్నములై యుండును. ఆరెండు ఆకాశార్ధగోళములను చేర్చినచో ఒకసంపూర్ణ గోళ మగును. ఆ సంపూర్ణ ఆకాశగోళమునకే నభోగోళమనిపేరు. సూర్యుడు, చంద్రుడు, నక్షత్రములు, గ్రహములు మున్నగు నభోమూర్తు లన్నియును ఈనభోగోళము యొక్క లోపలితల మున సంచరించుచున్నట్లు మనకు గోచరమగును. అవేక్షకుని నేత్రమే యీనభోగోళకేంద్రస్థానము. కాని నభోగోళపరిమాణముతో పోల్చినప్పుడు భూగోళపరిమాణ మత్యల్పము గాన భూగోళకేంద్రముతో నభోగోళకేంద్ర మేకీభవించుచున్నదని భావించుట తప్పకాదు. కనుక భూగోళ, నభోగోళములు ఏకకేంద్రకములని నైతము పేర్కొనవచ్చును.

నభోగోళతలమందున్న యొకమూర్తి స్థానమును గుర్తు పట్టుట యెట్లు? గదిలోనున్న ఒకనస్తుప్తస్థానమునుగాని భూతల మందున్న ఒకప్రదేశముయొక్క స్థానమునుగాని యేరీతిని

గుర్తింపుగో సరిగా సచేదిని సభోగోళతలమందున్న యొక మూర్తి స్థానమునుకూడ గుర్తింపనచ్చును.

15 వ చిత్రము క చ ట త అను గదినేలను సూచించు చున్న దనుకొందము. ఆగదిలో నేలమీద నొక చోట ప- అను వస్తువొకటి ఉన్నదగుండు భావితము. ప- అను ఆవస్తువుస్థాన



15 వ చిత్రము

మును నిర్దేశింపనలెనన్నచో క చ- అను ఉత్తరదక్షిణముల గోడకు అది యొప్పుగుండు దూరములోనున్నదో చెప్పిన చాలదు ; చ ట- అను తూర్పుపడమరల గోడనుంజిగుండు

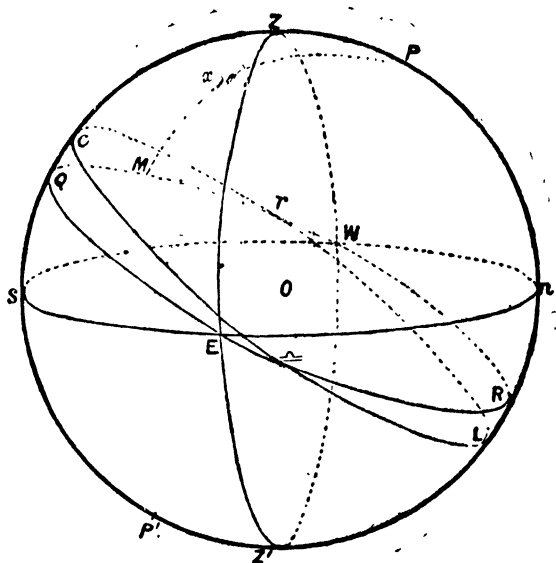
అది యెన్ని అడుగుల దూరములోనున్నదో తెల్పనలెను. దీనిని బట్టి నిలువు, అడ్డము అను రెండు దిశలనుమాత్రమే కలిగి యున్న ప్రదేశమందున్న (ఇట్టి దానికి ద్విధావిస్తృత ప్రదేశ మని పేరు) ఒకవస్తువు స్థానమును నిర్దేశించుటకు రెండుకొలత లవసరమని మనకు వినితమగును.

భూతలముకూడ ద్విధావిస్తృతమే కాబట్టి భూతలముపై నొకపట్టణము లేదా ప్రదేశ మెక్కడనున్నదో తెల్పుటకుండు రెండుకొలతలు కావలెను. అందొకటి ఉత్తరదక్షిణముల కొలత ; రెండవది తూర్పుపడమరల కొలత. గదినేలయును, భూతలమునుగూడ ద్విధావిస్తృతములేయైనను, వాని తలముల స్వభావములో వ్యత్యాసమున్నది. గదినేల సమతలము ; భూతలము వక్రతలము. ద్విధావిస్తృతమైన సమతలములో నిలువు అడ్డముల కొలతలను ధైర్యమానములోను, వక్రతలములో

ఆకొలతలను కోణీయమానములను తెల్పుదురు. భూతలముపై ఉత్తరదక్షిణముల కొలతను రేఖాంశమువలనను తూర్పుపడమరల కొలతను అక్షాంశమువలనను మనము తెలిసికొందము.

ఇక సభోగోశతలముకూడ ద్విధావిస్తృతమే కాబట్టి అందున్న ఒకమూర్తిస్థానమును సరిగా నిర్ణయించుటకు రెండు కొలతలు కావలెను. భూతలమువలెనే సభస్తలముకూడ నక్ష్రువుగా నున్నది. అందుచేత భూమిపై ఒకప్రదేశముయొక్క స్థానమును నిరూపించు అక్షాంశ, రేఖాంశములను వీరితిగా కోణీయమానములలో పేర్కొందుమో ఆరీతిగనే సభోగోశతలమందున్న ఒకమూర్తిస్థానమును సూచించు కొలతలనుకూడ కోణీయమానములలోనే పేర్కొనిన యుక్తముగా నుండును. ఈవిషయమును చర్చించుటకుముందు కొన్ని సాంకేతికపదముల అర్థములను వివరించవలసియున్నది.

ఒక అవేక్షకునికి సరిగా నడునెత్తిని ఆకాశమందున్న బిందువునకు శీర్ష బిందువు అనిపేరు. శీర్ష బిందువునకు విముఖముగా సభోగోశమందున్న బిందువు పాదబిందువు. అవేక్షకునకు కానవచ్చుచున్న అర్ధసభోగోశమందుగాక రెండవ అర్ధసభోగోశమందు పాదబిందువుండును. కాబట్టి అవేక్షకునకు పాదబిందువు కనిపించదు. శీర్ష బిందువు, పాదబిందువు- రెండును కూడ ఊహాస్పృష్టములే. ఒకత్రాటికి బెడ్డనుకట్టి సమప్రదేశమున వ్రేలాడదీసినచో ఆత్రాటినిశ శీర్ష పాదబిందువులదిశను సూచించును. అవేక్షకుని స్థానమును నిరూపించు బిందువుగో శీర్ష బిందువును కలుపగా నేర్పడు సరళరేఖకు (ఇది శీర్ష పాద



16 వ చిత్రము

శీర్షబిందువు,  $Z$

సభఉత్తరధ్రువము,  $P$

ప్రాస్థిబిందువు,  $E$

ఉత్తరబిందువు,  $n$

మేషాదిబిందువు,  $r$

కటకాయనము,  $C$

సభోదికృత్తము,  $n E s W$

యామ్యోత్తరవృత్తము,  $Z s Z' n$

$x$  అను ఒక సభోమూర్తియొక్క

డెక్లినేషన్ వృత్తము,  $P x M P'$

రైట్ ఎసెన్షన్,  $r M$

పాదబిందువు,  $Z'$

సభదక్షిణధ్రువము,  $P'$

పశ్చిమబిందువు,  $W$

దక్షిణబిందువు,  $s$

తులాదిబిందువు,  $\cap$

మకరాయనము,  $L$

సభోమధ్యరేఖ,  $E Q W R$

క్రాంతివృత్తము,  $r C \cap L$

ఉత్తరధ్రువదూరము,  $P x$

డెక్లినేషన్,  $M r$

నిండువులు దితను సూచించునట్టి రేఖయే.) లంబముగానుండు నట్లు అనేకవిధానమును నిరూపించు బిందువునుండి ఒక సమ తలమును నిర్మించిపడేసినచో అది సభోగోళమునొక వృత్తమున తాకును. ఆవృత్తమునకు సభోదిక్చక్రము అని పేరు. సభో దిక్చక్రమునకు పైనున్న సభోమూర్తులే అవేక్షకునకు కాన వచ్చును.

భూమ్యక్షమును ఉత్తరదక్షిణములుగా పొడిగించినపుడు ఆకాశము నది యెచ్చట ఖండించునో ఆరెండుబిందువులకును క్రమముగా సభఉత్తర, సభోదక్షిణ ధ్రువములని పేరు. ఈసభ ఉత్తర, సభోదక్షిణ ధ్రువములకు సమానదూరమున, వానిని కలుపుచున్న సరళ రేఖకు లంబతలమున నుండునట్లు సభోగోళము చుట్టును గీసిన వృత్తము సభోమధ్యరేఖను సూచించును. భూమధ్యరేఖాతలమును పొడుగించినయెడల అది సభోమధ్య రేఖయందే సభోగోళమును తాకును.

సభఉత్తర సభోదక్షిణ ధ్రువములను, ఒకప్రదేశము యొక్క శీర్ష పాదబిందువులను కలుపుచు గీసిన వృత్తమునకు యామ్యోత్తరవృత్తమని పేరు.

యామ్యోత్తరవృత్తము దిక్చక్రమును రెండుబిందువుల వద్ద కలియును. ఆబిందువులే ఉత్తర, దక్షిణబిందువులు. సభో మధ్యరేఖ దిక్చక్రమును కలియు బిందువులు ప్రాకృశ్చిమ బిందువులు.

సూర్యు డొక సంవత్సరకాలములో నక్షత్రముల నను సరించి సభోపీఠిని సంచరించిన ట్లగవడు వృత్తాకారమార్గ మును క్రాంతివృత్తమని పేర్కొనియుంటిమి. క్రాంతివృత్తమును

సభోమధ్యక్షభయమును ఒకదానికొకటి ఏటవాలుగా నున్నవి. నీ) వాలు 23° 27'. సభోమధ్యక్షభయమును క్రాంతివృత్తమును ఖండించుకొను బిందువులకు విషవత్తులని పేరు. వీనిలో దక్షిణమునుండి ఉత్తరాభిముఖుడై సంచరించుచున్నపుడు సూర్యుడు దానినట్టి విషవత్ బిందువునకు మేషానిబిందువనియును, ఉత్తరమునుండి దక్షిణాభిముఖుడై ప్రయాణము చేయుచున్నపుడాయన దానినట్టి విషవత్ బిందువునకు తులానిబిందువనియును పేర్లు. మేషానిబిందువును మేకకొమ్ముల ఆకృతినున్న ఏరిజ్ (r) అను గుర్తుచేతను, తులానిబిందువును తులాదండకృతిగల త్రైభా (a) అను గుర్తుచేతను సాధారణముగా సూచించురు. క్రాంతివృత్తమార్గములో బాగుగా ఉత్తరముననున్న బిందువునకు కటకాయన మనియును, బాగుగా దక్షిణముననున్న బిందువునకు మకరాయన మనియును పేర్లు.

ఇక గగనతలమున ఖగోళముల స్థానములను గుర్తించు టెబ్లస్ పరిశీలించుము.

సభోమూర్తులస్థానములను గుర్తించుటకై అనేకపద్ధతులు ప్రచారములో నున్నవి. కాని వానిలో ఎక్కువ ముఖ్యమైనది డెక్లినేషన్-రైట్ ఎసెన్షియల్ పద్ధతి.

సభోగోళతలమందున్న x- అనునొకమూర్తిని (చూడు: చిత్రము- 16) గుర్తింపవలెననుకొందము. అందుకు ఉత్తర దక్షిణములుగా నొక కొలతయును, తూర్పుపడమరలుగా నొక కొలతయును కావలయునుగదా ! x- అను ఆసభోమూర్తినుండి సభఉత్తర, సభోదక్షిణధ్రువములను కలుపుచు నొకపెద్ద వృత్తమును ఊహించుము. ఆ వృత్తము సభోమధ్యక్షభను M-

అను బిందువువద్ద ఖండించుచున్న దనుకొందము. అప్పుడు  $Mx$  అను కోణీయదూరము ఆసభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ ను సూచించును.  $Px$  అను దూరము ఉత్తరధ్రువమునకును ఆసభోమూర్తికిని గల దూరమును వ్యక్తపరుచును. దీనికి ఉత్తరధ్రువ దూరమని పేరు.

సభోధ్రువముల ద్వారమునను,  $x$ - అను ఆసభోమూర్తి ద్వారమునను పోవుచున్న  $PxMP'$  అను వృత్తమును  $x$ - అను సభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ వృత్తమని పేర్కొందురు. కాబట్టి డెక్లినేషన్ వృత్తముమీదుగా కొలిచినపుడు సభోమధ్య రేఖనుండి సభోమూర్తికిగల దూరమును ఆసభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ అని మనము నిర్వచింపవచ్చును.

సభోమధ్యరేఖకు ఉత్తరముననున్న సభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ ను దనసంజ్ఞ గలదిగను, దక్షిణముననున్న సభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ ను ఋణసంజ్ఞగలదిగనుపరిగణింతురు.  $N, S$  అను సంకేతముల మూలమునకూడ వానిని గుర్తించుట కలదు. 'రి' (డెట్రా) అను గ్రీకు అక్షరమును సాధారణముగా డెక్లినేషన్ కు సంజ్ఞగా వాడుదురు. సభోమధ్యరేఖమీది సభోమూర్తి డెక్లినేషన్  $0^\circ$ ; ధ్రువముల దగ్గరి సభోమూర్తుల డెక్లినేషన్  $90^\circ$ . సభోమధ్యరేఖకును ధ్రువములకును నడుమనున్న సభోమూర్తుల డెక్లినేషన్ లు  $0^\circ$  కను  $90^\circ$  కను నడుమగల విలువలను కలిగి యుండును.

డెక్లినేషన్ రైట్ ఎసెన్షియల్ పద్ధతిలో డెక్లినేషన్ అను నది సభోమూర్తియొక్క ఉత్తరదక్షిణముల కొలత. ఇక ఆసభోమూర్తి స్థానమును నిర్దిష్టముగా గుర్తింపగలుగుటకుగాను తూర్పు



పడమరల కొలత కావలసియున్నది. ఈతూర్పుపడమరల కొలతకే రైట్ ఎసెన్షన్ అనిపేరు. దీనిని మేపాదిబిందువునుండి లెక్కించురు. 16 వ చిత్రములో  $r$  - మేపాదిబిందువును సూచించును.  $M$  అనునది  $x$  అను సభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ వృత్తము సభోమధ్యరేఖను ఖండించుబిందువు. సభోమధ్యరేఖమీదుగా  $r, M$  లకు గల కోణీయదూరమునకే ఆసభోమూర్తియొక్క రైట్ ఎసెన్షన్ అని పేరు.

రైట్ ఎసెన్షన్ ను మరియొకరీతిగూడ వివరించుటకు వీలుగలదు. సభోమధ్యరేఖమీదుగా కొలిచినపుడు మేపాదిబిందువుయొక్క డెక్లినేషన్ వృత్తమునకును, ఒక సభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ వృత్తమునకును గల కోణీయదూరమే ఆ సభోమూర్తియొక్క రైట్ ఎసెన్షన్. మేపాదిబిందువుయొక్క రైట్ ఎసెన్షన్  $0^\circ$  అనుకొని దానినుండి తూర్పుదిశగా  $360^\circ$  వరకును కొలిచి, సభోమూర్తియొక్క రైట్ ఎసెన్షన్ ఎంతయో పేర్కొందురు.

ఒక సభోమూర్తియొక్క రైట్ ఎసెన్షన్ కొలతను అంశలలోగాక గంటలు నిమిషములలోకూడ పేర్కొనుట కలదు. ఒకరోజు 24 గంటలకు సమానము. సభోగోళము 24 గంటల కొక భ్రమణమును చేయును ; అనగా నది 24 గంటల కాలములో  $360^\circ$  అంశల మేరను, 1 గంటకాలములో  $\frac{360}{24} = 15^\circ$  అంశల మేరను, .....చుట్టాను. కాబట్టి మేపాదిబిందువ్యారముగా పోవుచున్న డెక్లినేషన్ వృత్తము '0' గంటలకు నిరూపించుచున్నదనుకొన్నచో  $15^\circ$  తూ. డెక్లినేషన్ వృత్తము 1 గంటను,  $30^\circ$  తూ. డెక్లినేషన్ వృత్తము 2 గంట

లను, . . . . . అట్లే వేర్వేరు డెస్లె నేషన్ వృత్తములు అయా  
కాలములను నిరూపించుచున్నవి భావించవచ్చును. అసగా  
1 గంట చైట్ ఎసెన్షన్ గల సభోమూర్తి మేషాదిబిందువును  
15 అంశల దూరమునను, 2 గంటల చైట్ ఎసెన్షన్ గల సభో  
మూర్తి మేషాదిబిందువును 30 అంశలదూరమునను, . . . . .  
ఉండును. డెస్లె నేషన్ వృత్తముల నీరీతిగా గంటలలోకూడ వ్యక్త  
పరచుటకు వీలున్నది కాబట్టి వాని హోరావృత్తము లని  
యును పేర్కొందురు.

మేషాదిబిందువుద్వారముగా పోవుచున్న డెస్లె నేషన్  
వృత్తము అవేక్షకుడున్న ప్రదేశములోని యామ్యోత్తరవృత్త  
మును చేకొనవచ్చును కాలము 0 గంటలని (సక్షత్రకాలము)  
సాధారణముగా భావింతురు. భూభ్రమణమువలన డెస్లె నేషన్  
వృత్తములు పశ్చిమముగా సంచరించుచున్నట్లు కనపడును.  
అందుచేత 1 గంట డెస్లె నేషన్ వృత్తము (అసగా 15° డెస్లె  
నేషన్ వృత్తము) మీది సక్షత్రములన్నియును 1 గంట  
సక్షత్రకాలమునకు యామ్యోత్తరవృత్తముమీదికి వచ్చును.  
అట్లే 2 గంటల డెస్లె నేషన్ వృత్తముమీది సక్షత్రములన్ని  
యును 2 గంటల సక్షత్రకాలమునకును, 3 గంటల డెస్లె నేషన్  
వృత్తముమీది సక్షత్రములన్నియును 3 గంటల సక్షత్రకాలము  
నకును, . . . . . యామ్యోత్తర వృత్తముమీదికి వచ్చును.  
ఇక అవేక్షకుడున్న ఒకప్రదేశమందు కాలము (సక్షత్రకాలము)  
4 గంటలగునచో, 4 గంటల చైట్ ఎసెన్షన్ గల సక్షత్రము  
లన్నియును యామ్యోత్తర వృత్తముమీదను, 3 గంటల చైట్

ఎసెన్షియల్స్ గల సక్షత్రములు యామ్యోత్తరవృత్తమునకు  $15^{\circ}$  తూర్పునను, 2 గంటల లైట్ ఎసెన్షియల్స్ గల సక్షత్రములు యామ్యోత్తర వృత్తమునకు  $30^{\circ}$  తూర్పునను,..... ఉండును. ఆసమయముననే 5 గంటల లైట్ ఎసెన్షియల్స్ గల సక్షత్రములు యామ్యోత్తర వృత్తమునకు పడమరగా  $15^{\circ}$  దూరమునను, 6 గంటల లైట్ ఎసెన్షియల్స్ గల సక్షత్రములు యామ్యోత్తరవృత్తమునకు పడమరగా  $30^{\circ}$  దూరమునను, .....ఉండును. కాబట్టి సక్షత్రకాలమును తెలియ జేయునట్టి గడియారమును, సక్షత్రపట్టికయును ఉన్నచో ఒక ప్రదేశమం దేసమయమున ఏసక్షత్రములు ఆకాశమం దేస్థానములో కనపడునో సులువుగా చెప్పవచ్చును.

మనము నిత్యము వాడుకొనుచుండు గడియారములు చూపు కాలమునకును, సక్షత్రకాలమునకును కొద్దివ్యత్యాసముండును. మనము వాడుకొనుగడియారములుచూపు కాలమునకు మాధ్యమసౌరకాలమునకు.

మేషాదిబిందువునకును, ఒకసక్షత్రమునకును గల దూరములోగాని, ఆసక్షత్రమునుండి సభోమధ్యరేఖదూరములోగాని భూభ్రమణ, పరిభ్రమణములవలన మార్పురాదు. అందుచేత సక్షత్రములయొక్క డెక్లినేషన్, లైట్ ఎసెన్షియల్స్ స్థిరముగ నేయుండును. కాని అయిన చలనమువలన మేషాదిబిందు స్థానములో మార్పువచ్చునుకా బట్టి ఒక సక్షత్రముయొక్క లైట్ ఎసెన్షియల్స్ కొలతలో కాలము గడచినకొలదియు అత్యల్పమైన మార్పు సంభవించునని గ్రహింపవలెను.

## నక్షత్రరాసులు

నక్షత్రములు ఆకాశమందంతటను సమానముగా వ్యాపించిలేవు; ఒకచోట దట్టముగను, వేరొకచోట పల్చుగను అవి యున్నవి. అవి సమానతీక్షణతతోకూడ ప్రకాశించుట లేదు ; వానిలోకొన్ని ఎక్కువదీప్తిమంతములై యున్నవి ; మరికొన్ని అత్యల్ప తేజోవంతములైయున్నవి. నక్షత్రములను వరుసగా కొన్ని నెలలలో, దినములో పరిశీలించినయెడల, భూభ్రమణ, పరిభ్రమణములవలన వానిస్థానములలో సదా మార్పు వచ్చుచున్నను, వానిసాపేక్షస్థానములలోమాత్ర మెట్టి మార్పు మనకు గోచరము కాదు. గదిలో నీలిరంగుపూసినగోడపై చేతివ్రేళ్ళతో సున్నమును చిలికినట్లయిన చుక్కలు చుక్కలుగా నది గోడపై పడును. ఆచుక్కలకేసి తదేకధ్యానముతో కొంతసేపు చూచినయెడల వానిలో కొన్ని చిన్నవి, కొన్ని పెద్దవి యున్నటులను, అవి యన్నియు సమానముగా వ్యాపించి యుండనటులను, కొన్నికూటములుగా నవి అమరియుండి కొన్ని అకారములను స్ఫురింపజేయుచున్నటులను మనకు న్యక్తమగును. ఆకాశములో నక్షత్రములను పరిశీలించిననుకూడ ఒక్కొక్కప్రాంతమందున్నవి చేరి భూమిపై మనకు పరిచితములైన ఆకారములుగా- మనుజుని ఆకారము, సింహాకారము, త్రిభుజాకారమునంటివి- నేర్పడినటుల స్ఫురించును. ఇట్టి ఆకారములుగా నేర్పడిన నక్షత్రసమూహములకే నక్షత్రరాసులని పేరు. భూమిమీదియొక పట్టణమును గుర్తించుటకు ఆపట్టణమున్న దేశము, మండలము ఎట్లు సాయపడునో అరీతిగనే యొక

సక్షత్రమును గుర్తుపట్టుటకు ఆసక్షత్రమున్న సక్షత్రరాశి విశేషముగా నోడ్పును.

సక్షత్రములను రాసులుగా నేర్పరచుటలో పౌరాణిక గాథలను ప్రాతిపదికగా ప్రాచీనులు స్వీకరించిరి. ఉదాహరణమునకు కంచదేవుని గాథకు సంబంధించిన కచుడు, దేవయూని, శక్తిప్ర, పూరుడు మున్నగు రాసులన్నియును వరుసగా ఆకాశరంగమున నేర్పాటుచేయబడినవి. సునీతి కుమారుడు పరమేశ్వరునిగూర్చి ఘోరతప మాచరించి, సుస్థిరమైన ధ్రువ పదమును బొందుట, మత్స్యగంధి వృత్తాంతము,.....ఆదిగా గల అనేకములు గగనతలమున మనకు నోచరమగును. అట్లే గ్రీకు పౌరాణికగాథలకును సక్షత్రరాసులకును సమన్వయము కుదుర్పవచ్చును. కాబట్టి పౌరాణికగాథలను సూచించు బొమ్మల పుస్తకముగా ఆకాశతలమును ప్రాచీనులు వినియోగించుకొని రని మనము భావించినను భావింపవచ్చును.

పైని పేర్కొనినట్లు ప్రాచీను లేర్పరచిన సక్షత్రరాసులు సక్షత్రములను గుర్తుపట్టుటకు హెచ్చుగా నోడ్పునుటలో సందేహములేదు. కాని వారి సక్షత్రరాసుల సరిహద్దులు అంతగా నిర్దిష్టములుగావు ; పైగా ఒకదేశమువారి సక్షత్రరాసులకును వేరొకదేశమువారి సక్షత్రరాసులకును వ్యత్యాసములున్నవి. ఖగోళవిజ్ఞానము బాగుగా పెంపొంది, అంతర్జాతీయ ఖ్యాతిని కూడ పొందినతరువాత ఇట్టి సందిగ్ధత కొరతగినది కాదుగదా ! అందుచేత 1928 వ సంవత్సరములో అంతర్జాతీయపు తొడంబడికవలన సక్షత్రముల నన్నిటిని 88 రాసులుగా శాస్త్రజ్ఞు లేర్పరచి, యేయే సక్షత్రరాశి ఆకాశమం దేయే

అక్షాంశ, రేఖాంశముల మధ్య వ్యాప్తమై యున్నదో నిర్దేశించిరి. అంతేగాక ఒక్కొక్క నక్షత్రరాశిలోనున్న వేర్వేరు నక్షత్రములను వాని దీప్తుల ననుసరించి క్రమముగా ఆల్ఫా, బీటా, గామా, డెల్టా,.....మున్నగు గ్రీకుఅక్షరములతో చేర్చి పిలుచుటను ఆచరణలో పెట్టిరి. టారస్ రాశిలో మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన ఆల్ఫిబెరాన్ నక్షత్రమునకు ఆల్ఫాటారై అనిపేరు. అయితే అత్యధిక దీప్తిమంతములైన కొన్ని ప్రత్యేకనక్షత్రములను, ఉదాహరణమునకు ఆల్ఫా కేనిస్ మెజోరిస్, ఆల్ఫా లైరై, బీటాఒరయూనిస్ మున్నగు వానిని ఈపేర్లతోపాటు (ఈపేర్లు ఆల్ఫా, బీటా, గామా మున్నగు ఉపపదములతోకూడిన నక్షత్రరాసుల నామములు.) వాని ప్రత్యేక నామములు అనగా సిరియస్, వేగా, రిగెల్ మున్నగుపేర్లతోకూడ వ్యవహరింతురు. మిక్కిలి తక్కువ దీప్తిమంతములైన నక్షత్రములను అవి యే నక్షత్రరాశికి చెందినవో ఆనక్షత్రరాశి నామముతో ఒక అంకెనుచేర్చి పిలుతురు. ఉదాహరణమునకు '27 కేనిస్ మెజోరిస్' అనునది కేనిస్ మేజర్ రాశిలో దీప్తి క్రమమున 27 వ నక్షత్రము. తక్కువ దీప్తిమంతమైన మరికొన్ని నక్షత్రములను ఆనక్షత్రముల నెవ రవేక్షించి పట్టిక కెక్కించినో ఆ యవేక్షకుని పట్టికాసంఖ్యతో వ్యవహరించుటయును గలదు. ఉదాహరణమునకు 'వూల్పు 359' అనునది వూల్పు శాస్త్రజ్ఞుడు తయారుచేసిన నక్షత్రపట్టికలో 359 వ నక్షత్రము. ఇక విలక్షణమైన కొన్నిప్రత్యేక నక్షత్రములను ఆనక్షత్రముల నెవ రవేక్షించి యనుశీలించినో వారిపేరున పిలుతురు. అత్య

ధిక వేగముగల బార్బాన్లు నక్షత్రము. హెచ్చద్రవ్యమయమైన సియన్ నక్షత్రము, శ్వేతవామనతారమైన ఫాన్ మేనన్ నక్షత్రమును ఇట్టివే.

పెద్దపెద్ద పట్టణములలో ఏదైన నొకఁడు ఎక్కడ నున్నదో తెలిసికొనుటకు అతె యేపేటలో, ఏవీఘో నున్నదో, దాని 'నెంబ' రెంఁదో తెలియుట యెఱుఁగముఖ్యమో ఆరీతిగనే ఆకాశమందున్న ఒక నక్షత్రమును సులువుగా గుర్తుపట్టుటకు అతె యేనక్షత్రరాశికి చెందినదో, దీప్తిక్రమమునుబట్టి దాని పేరేమిటో, దాని రైట్ ఎసెన్షన్ డెక్లినేషన్లు ఎంతెంతయో మున్నగు విషయముల పరిజ్ఞానముకూడ చాల అవసరము.

నక్షత్రరాసులను, ఆనక్షత్రరాసులలోని ముఖ్యమైన నక్షత్రములను గుర్తుపట్టుటకు సులభమైన విధానము యామ్యోత్తర వృత్తమును దాటునట్టి సమయములో ఆయా నక్షత్రరాసులను నక్షత్రపటముల సాహాయ్యమున ననుశీలించుట. భూమిపై నొకప్రదేశముయొక్క స్థానమునం దెంతకాలమైనను నెట్టిమాపును భూతలముపైనున్న యొక అవేక్షకునకు కానరాదు. అందుచేత ఒకప్రదేశముయొక్క అక్షాంశరేఖాంశము లెల్లప్పుడు స్థిరముగనే యుండును. కాని భూభ్రమణ పరిభ్రమణములవలన నక్షత్రముల స్థానములలో సదా మార్పువచ్చుచుండును. కాబట్టి నక్షత్రముల డెక్లినేషన్ రైట్ ఎసెన్షన్లు స్థిరముగనే యుండునట్లేర్పాటుచేయబడినను, అక్షాంశరేఖాంశములు తెలిసినపుడు భూగోళపటసాహాయ్యమున నొకప్రదేశమును సులువుగా గుర్తుపట్టగలిగినట్లు భూగోళపటసాహాయ్యమున నక్షత్రములను గుర్తుపట్టలేము. అందులకై నక్షత్రరాసు

లను గుర్తుపట్టుటను నేర్చుకొనసంకల్పించినవాడు అనుచిన  
మును రాత్రి 8-10 గంటలమధ్య యామ్యోత్తర వృత్తమును  
దాని సక్షత్రరాసులను అనుశీలించినచో ఒకసంవత్సరకాల  
ముఖో వాసున్నప్రదేశములో కనపడు సక్షత్రరాసుల సన్నిధిని  
గుర్తుపట్టుట వారికి తెలియును. 2, 3 పటములలో ముఖ్యమైన  
సక్షత్రరాసులు, వాని డెక్లినేషన్ రైట్ఎసెన్షన్లు పొందు  
పరచడమైనది. పటముల దిగువను పేర్కొనబడిన నెలలనుబట్టి  
ఆయా నెలలకెదురుగానున్న రైట్ఎసెన్షన్లుగల సక్షత్రములు  
ఆయా నెలలలో రాత్రి 9 గంటలప్రాంతమున యామ్యోత్తర  
రేఖపై నుండునని తెలియనగును. ఒకసక్షత్రముయొక్క  
డెక్లినేషన్ క- అంశ లయియుండి, అవేక్షకుడా సక్షత్రమును  
చ- అంశల అక్షాంశప్రదేశమునుండి అనుశీలించుచున్నయెడల,  
యామ్యోత్తరరేఖపై నున్నపుడా సక్షత్రము శీర్ష బిందువునకు  
(చ- క) అంశల దూరమున కనపడును. (చ- క) విలువ  
ధనరాశియైనచో ఆసక్షత్రము శీర్ష బిందువునకు దక్షిణమునను,  
ఋణరాశియైనచో నది శీర్ష బిందువునకు ఉత్తరమునను గోచర  
మగును.

సక్షత్రరాసులను సాధారణముగా ఉత్తరమండల సక్ష  
త్రరాసులు, క్రాంతివృత్తమండల సక్షత్రరాసులు, దక్షిణ  
మండల సక్షత్రరాసులని మూడువర్గములుగా విభజింతురు. పరి  
ధ్రువ సక్షత్రరాసులు, క్రాంతివృత్తమండల సక్షత్రరాసులు,  
సభోమధ్యరేఖామండల సక్షత్రరాసులని మరియొక తీరునకూడ  
వానిని వర్గీకరించుట కలదు.



భూమి గోళాకారమున నుండుటచేత ఉత్తరధ్రువప్రాంతమువారికి ఉత్తరధ్రువనక్షత్రము నడునెత్తిమీద కానవచ్చి, సభోమధ్యరేఖకు ఉత్తరమందున్న నక్షత్రములుమాత్రమే గోచరములగును. వారికి కన్నకు నక్షత్రము లివి మాత్రమే. వీనికి ఉదయాస్తమయములు లేవు ; రాత్రికాలమం దెప్పుడు చూచినను ఇవి ప్రత్యక్షమగును. భూమి ధ్రువనక్షత్రదిశగానున్న తనయక్షముపై 24 గంటల కాలములో నొకసారి భ్రమించుచుండుటవలన సీప్రాంతమందలి ప్రతి నక్షత్రమును దిక్చక్రమునకు సదిష్టమైన కొంత యెత్తులోనుండి ధ్రువనక్షత్రముచుట్టును అపసవ్యదిశలో ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నట్లు అభివ్యక్తమగుచున్నది. అందువలన ఉత్తరధ్రువమనుండి చూచినపుడు కాననగు ప్రతినక్షత్రమను పరిధ్రువనక్షత్రము.

ఉత్తరధ్రువమునుండి చూచినపుడు కన్నకు ఆకాశదృశ్యమునకు సాదృశ్యమైన దృశ్యమే దక్షిణధ్రువమనుండి యవలోకించినపుడు కాననగును. దక్షిణధ్రువప్రాంతస్థులకు దక్షిణధ్రువబిందువునకు చేరువగానున్న సిగ్మా ఆప్టాన్ టిస్ ఇంచుమించుగా నడునెత్తిమీదను, సభోమధ్యరేఖకు దక్షిణమందున్న నక్షత్రములు దానిచుట్టును సవ్యదిశలో ప్రదక్షిణమొనర్చుచునుచోచరించును. అందుచే నవి యన్నియునుకూడ పరిధ్రువనక్షత్రములే. వీనికిని ఉదయాస్తమయములుండవు. దిక్చక్రమునకు సమీపమందున్న నక్షత్రములు దిక్చక్రమునకు సమాంతరముగానున్న వర్తుల మార్గమునను, బాగుగా ఎత్తుననున్న నక్షత్రములు సిగ్మాఆప్టాన్ టిస్ చుట్టు చిన్న వృత్తాకార

మార్గమునను సంచరింపచు రాత్రికాలము దేసమయమున నవేక్షించినను ప్రత్యక్షమగును.

ధ్రువములనుండి చూచినపుడు కాననగు ఆకాశదృశ్యము నకును భూమధ్యరేఖనుండి చూచినపుడు కానంబడు నా దృశ్యమునకును హెచ్చవ్యత్యాస మున్నది. ధ్రువమునుండి చూచినపుడు అదియున్న సభోగోళార్థభాగమందలి సక్షత్రములు మాత్రమే కంటబడునుగాని భూమధ్యరేఖనుండి చూచినపుడు సక్షత్రరాసు లన్నియును ప్రత్యక్షమగును. కాని వీనిలో నొక సక్షత్రమునుకూడ పరిధ్రువసక్షత్రముకాదు. అందుచేత నివి యన్నియును ఉదయించి, అస్తమించుచుండును. ఆకాశములో రాత్రికాలమందంతయును సాధారణముగా నివి గోచరములు కావు. ఇక్కడినుండి చూచినపుడు ధ్రువసక్షత్రములు నడు నెత్తిసిగాక దిక్చక్రమున ప్రత్యక్షము లగును.

ఆంధ్రదేశము భూమధ్యరేఖ కుత్తరమున రమారమి 12-20 అక్షాంశములనడుమ వ్యాపించియున్నది. కాబట్టి మన దేశములో ఏప్రదేశమునుండియైనను చూచినపుడు దిక్చక్రమునకు కొంచెముఎత్తుగా ధ్రువసక్షత్రము కనపడును. ఇక ఇక్కడప్రత్యక్షమగు సక్షత్రములలో చాలతక్కువ సక్షత్రములు మాత్రమే పరిధ్రువ సక్షత్రములు ; మిగిలినవన్నియును ఉదయాస్తమయములు గలవియే. రమారమి 70 దక్షిణఅక్షాంశ రేఖవరకును వ్యాపించియున్న సక్షత్రములన్నియును మనకగ పడును.

పై వివరణనుబట్టి ఒకప్రదేశమున కన్నులు సక్షత్రములకును వేరొక ప్రదేశమున నగపడు సక్షత్రములకును వ్యత్యాస

మున్నదని న్యక్తమగును. పరిధ్రువనక్షత్రములసంఖ్య అవేక్షకస్థానముపై నాధారపడియుండును. ఏనక్షత్రముయొక్క-ధ్రువదూరము అవేక్షకస్థానఅక్షాంశముకంటె తక్కువగ నుండునో అప్రదేశమున నదియే పరిధ్రువ నక్షత్ర మగుచుండును కాబట్టి అవేక్షకస్థానఅక్షాంశము తగ్గినకొలదియు నక్కడనుండి చూచినపుడు ప్రత్యక్షమగు పరిధ్రువనక్షత్రములసంఖ్యకూడ తగ్గును. ఇక అవేక్షకస్థానము భూగోళమం దేయర్ధగోళమున నేయక్షాంశమందున్నదో నభోగోళమునందు రెండవఅర్ధభాగమున అన్ని అంశలకంటె తక్కువధ్రువదూరముగల నక్షత్రములు కనపడవు. ఉదాహరణమునకు 30 ఉత్తరఅక్షాంశమునుండి అవేక్షించినపుడు దక్షిణ నభోఅర్ధగోళమందలి 30 అంశలలోపు ధ్రువదూరముగల నక్షత్రములు తప్ప మిగిలిన నక్షత్రములన్నియును గోచరించును. అట్లే 20 దక్షిణ అక్షాంశమునుండి ఆకాశమును వీక్షించినపుడు ఉత్తర నభోఅర్ధగోళమందలి 20 అంశలలోపు ధ్రువదూరముగల నక్షత్రములు తప్ప మిగిలినవన్నియు ప్రత్యక్షమగును.

భూమిసూర్యునిచుట్టును తిరుగుచున్న మాగ్నమునకు, లేదా ఆకాశములో సూర్యుని దృశ్యమాగ్నమునకు క్రాంతివృత్తమని పేరుగదా ! ఈక్రాంతివృత్తమునుండి కొద్దిఅంశలమేర ఉత్తర దక్షిణములుగా విస్తరించియున్న మండలమే క్రాంతివృత్తమండలము. సూర్యుడేగాక గ్రహములును చంద్రుడునుకూడ ఈ మండలమందే సంచరించుచున్నట్లుగపడుదురు. ఈమండలమందలి నక్షత్రరాసులకు క్రాంతివృత్తమండలరాసులని పేరు.

అశ్వనినుండి శేనశివరకనుగల 27 నక్షత్రములును ఈభాగమందే యున్నవి. అశ్వని, భరణి మున్నగు నక్షత్రములు సామాన్యముగా ఏకనక్షత్రములుకావు ; కొన్నినక్షత్రములచేరికచేసవి యేర్పడినవి. అందుచేత ఒక్కొక్క నక్షత్రము ఆకాశములో కొంతమేరవరకును వ్యాపించియుండును. ఇట్లు ఒక్కొక్క నక్షత్రము వ్యాపించియున్న ప్రదేశమును స్థూలముగ నాలుగు భాగములుచేసి, ఆభాగములను పాదములని పేర్కొనిరి. ఇట్టి పాదములను తొమ్మిదింటిని చేర్చినయెడల ఒకనక్షత్రరాశి యగును. అశ్వనీనక్షత్రముయొక్క నాలుగుపాదములు, భరణీనక్షత్రముయొక్క నాలుగుపాదములు, కృత్తికానక్షత్రముయొక్క మొదటిపాదము చేరి మేషరాశి యగును ; కృత్తికానక్షత్రముయొక్క మిగిలిన మూడుపాదములు, రోహిణీనక్షత్రముయొక్క నాలుగుపాదములు, మృగశిరానక్షత్రముయొక్క మొదటి రెండుపాదములుచేరి వృషభరాశి యగును. ఇట్లే మేషాది ద్వాదశరాసులును ఆయానక్షత్రపాదముల చేరికచే నేర్పడుచున్నవి.

అంతర్జాతీయ ఖగోళవిజ్ఞానసమితివారి 1928 వ సంవత్సరపు బడంబడిక ప్రకారము మొత్తము నక్షత్రరాసులసంఖ్య 88 గదా! వానిలో 28 ఉత్తరమండల నక్షత్రరాసులు; 12 క్రాంతి వృత్తమండల నక్షత్రరాసులు ; 48 దక్షిణమండల నక్షత్రరాసులు. ఈదిగువ పట్టికవలన ఆనక్షత్రరాసుల పేర్లను తెలిసికొనవచ్చును. ఆతరువాతిపుటలలో ఆనక్షత్రరాసులలో ముఖ్యమైనవానిని గుర్తించువిధానము వివరించుటయైనది.

## ఉత్తరమండల నక్షత్రరాసులు. (26)

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| 1 ఏంజొమిడా           | 15 హెయ్యులస్     |
| 2 ఏక్విలా            | 16 లాసెట్టా      |
| 3 ఆరిగా              | 17 లియోమైనర్     |
| 4 బూటెస్             | 18 లిన్ క్ష      |
| 5 కేమెలో పర్థాలిస్   | 19 వైరా          |
| 6 కేనెస్ వెనాబిసి    | 20 ఒఫియూఖస్      |
| 7 కేసియోపియా         | 21 పెగాసస్       |
| 8 సెషియస్            | 22 పెర్నియస్     |
| 9 కోమా బెర్నెసెస్    | 23 సగిట్టా       |
| 10 కొరొనా బారియాలిస్ | 24 సర్ఫెన్సు     |
| 11 సైగ్నస్           | 25 ట్రయాంగ్యులమ్ |
| 12 డెల్ఫినస్         | 26 అర్నా మేజర్   |
| 13 డ్రేకో            | 27 అర్నా మైనర్   |
| 14 ఈక్వాలియస్        | 28 వుల్ పెక్కులా |

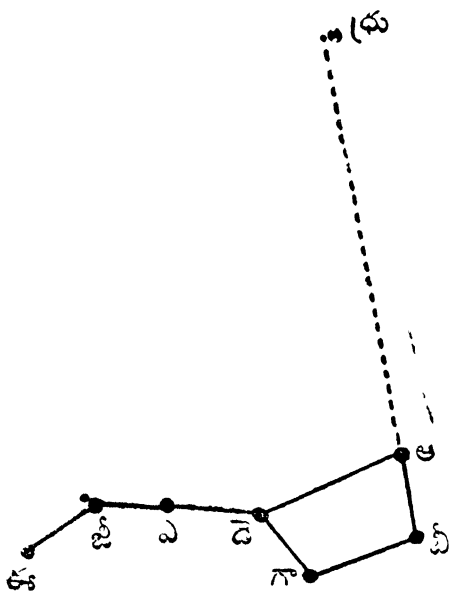
## క్రాంతివృత్తమండల నక్షత్రరాసులు. (12)

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| 1 ఎక్వెరియస్    | 7 లైబ్రా       |
| 2 ఏరీజ్         | 8 పిసీజ్       |
| 3 కేన్సర్       | 9 సగిటేరియస్   |
| 4 కేప్రికార్నస్ | 10 స్కార్పియస్ |
| 5 జెమిని        | 11 టారస్       |
| 6 లియో          | 12 వర్గో       |

దక్షిణమండల నక్షత్రరాసులు. (48.)

1 ఏన్జ్లియా	25 లెపస్
2 ఏపస్	26 ల్యూపస్
3 ఏరా	27 మెకసా
4 కేలమ్	28 మైక్రోస్కోపియం
5 కేనిన్ మేజర్	29 మోనోసెరాస్
6 కేనిన్ మైనర్	30 మస్కా
7 కర్వేనా	31 నార్తా
8 సెంటూరస్	32 ఆక్టాన్సు
9 సీటస్	33 బరయన్
10 కెమిలియాన్	34 పేహా
11 సన్నిపస్	35 ఫీనిక్సు
12 కొలంబా	36 పిక్టర్
13 కొరొనా ఆప్రినా	37 పైసిస్ ఆప్రినస్
14 కార్వస్	38 ఫ్యూజిస్
15 క్రేటర్	39 పైక్సిస్
16 క్రక్సు	40 రెటిక్యులమ్
17 డోరేడా	41 స్కోల్ప్టర్
18 ఎరిడేనస్	42 స్కూటమ్
19 ఫర్నాక్సు	43 సెక్స్టాన్సు
20 గ్రస్	44 టెలిస్కోపియమ్
21 హోరొలారియమ్	45 ట్రయాంగ్యులమ్ ఆప్టీలి
22 హైడా	46 ట్యూకానా
23 హైడ్రస్	47 వేలా
24 ఇన్డస్	48 వోలక్సు

ఉత్తరార్ధగోళమందున్నవారికి సామాన్యముగా సంవత్సరము పొడువునను కననగు నక్షత్రరాశి సప్తస్థిమండలము. సులువుగా గుర్తుపట్టగలిగినవికూడ ఇదే. ఈనక్షత్రరాశిని గుర్తుపట్టుటను బాగుగా నేర్చుకొన్నచో మిగిలిన నక్షత్రరాసులను సులభముగ తెలిసికొనవచ్చును. ఇది అర్కామేజర్ అను నక్షత్రరాశిలో భాగము.



17 వ చిత్రము

ధు—ధ్రువనక్షత్రము

ఆ—ఆల్ఫా (క్రితువు)

బీ—బీటా (పులహుడు)

గా—గామా (పులస్త్యుడు)

డె—డెల్టా (అత్రి)

ఎ—ఎప్సిలాన్ (అంగీరసుడు)

జీ—జీటా (వసిష్ఠుడు)

ఈ—ఈటా (మరీచి)

ఆకాశమం దుత్తరభాగములో చతుర్విధాకారపు శీర్ష బిందువులందు నాలుగుసక్షత్రములును, ఆసక్షత్రములకు తోకగా మూడు సక్షత్రములును మొత్తము ఏడు కాంతిమంతమైన సక్షత్రములు కనపడును. ఈయేడుసక్షత్రములకే సప్తర్షి మండలమని పేరు. చతుర్విధాకారపు శీర్ష బిందువులందున్న నాలుగు సక్షత్రములకును వరుసగా ఆల్ఫా (క్రతువు), బీటా (పులహుడు), గామా (పులస్త్యుడు), డెల్టా (అర్చి) అనిపేర్లు. తోకతోనున్న సక్షత్రములకు తోక మొదటినుండి వరుసగా ఎప్పిలాన్ (ఆంగీరసుడు), జీటా (వృశ్చుడు), ఈటా (మరీచి) అనిపేర్లు. తోకతో మధ్యనున్న వర్షనక్షత్రమునకు ప్రక్కగ మినుకు మినుకుమచుచు నుండు చిన్నసక్షత్రమే అరుంధతి. అరుంధతీవృశ్చులను జంటతారలని పూర్వ్య లభిప్రాయపడిరి. వివాహసమయములో నూతనదంపతులకు చూపించునట్టి జంట యిదే. ఒకదాని నొకటి యెడబాటుక సంపదించుచున్నట్లుగ పడుచున్న ఆ అరుంధతీవర్షనక్షత్రములకు హైందవపౌరాణికులు దాంపత్యము నారోపించి, ఆపురాణదంపతులు కలకాలమునుండియు నొకరినొక రనుసరించి యెల్లనుగుణముగా ప్రవర్తించుచుండిరో ఆరీతిగనే యీ నూతన దంపతులుకూడ తమ దాంపత్యజీవితమును గడవవలయునను మహాదాదర్శముతో నాజంటను వివాహసమయమున చూపించుచుందురు.

సప్తర్షి మండలమును 'బిగ్ డిస్ప్ల' అని అమెరికాదేశీయులును, 'ప్ల' అని ఆంగ్లేయులును వ్యవహరింతురు. అర్చా మేజర్ రాశినంతటిని కలిపి 'గ్రేట్ బేర్' అను దానిఆంగ్లేయ పర్యాయపదముతో కొందరు పేర్కొనుచుందురు.



సప్తర్షి మండలములోని బీటా, ఆల్ఫా నక్షత్రములు  
 రెండింటికిని సూచికలనిపేరు. బీటా, ఆల్ఫా నక్షత్రములను  
 కలుపునట్టిరేఖను బీటా, ఆల్ఫా నక్షత్రముల సజిమిదూరమునకు  
 రమారమి అయిదురెట్లుదూరము బీటా ఆల్ఫా దిశగా పొడి  
 గించినచో నది ఆకాశములో ఉత్తరముననున్న మరియొక నక్ష  
 త్రము ప్రక్కనుండి దూసికొనిపోవును. అదియే ధ్రువనక్ష  
 త్రము. ఉత్తానపాదుని తనయుడైన ధ్రువుడు శ్రీమన్నారా  
 యణునిగూర్చి ఘోరమైనతప మాచరింపగా భగవంతుడు  
 మెచ్చి, ఆకాశమం దుత్తరధ్రువపదము నలంకరించి మహో  
 జ్వలదీప్తితో నెలుగొందుచు చిరకాలము స్థిరముగా నుండున  
 ట్లాయనకు వరమిచ్చె ననియును, తదనుగుణముగనే ఆకాశ  
 ములో కలకాలమునుండి నెలుగొందుచు ధ్రువనక్షత్ర మున్న  
 దనియును, నక్షత్రము లన్నిటివలె వినువీధిని సంచరింపక నది  
 స్థిరముగా నున్నదనియును మన వేదములందున్నది. ఈకథ వేద  
 ఘ్నల కల్పనాశక్తికి ప్రబల నిదర్శనము. నక్షత్రము లన్నియును  
 సంచరించుచున్నట్లు ధ్రువనక్షత్రము గగనవీధిని ప్రయాణము  
 చేయక స్థిరముగానుండుట కొంతవరకు నిజమే ; కాని పూర్తిగా  
 సత్యముగాదు. పైగా అది స్థిరముగా నుండుటకు కారణము  
 భగవంతుని వరముకాదు. భూమ్యక్షమును ఉత్తరదిశగా పొడి  
 గించినచో అది ఆకాశము నెక్కడచేసినో ప్రస్తుతము ధ్రువ  
 నక్షత్రము ఇంచుమించు అక్కడనే యున్నది. భూమి తన  
 యక్షముపై భ్రమించుచుండుటచేతనే నక్షత్రములకు దైనిక  
 చలనము కలుగుచున్నది కాబట్టి భూమ్యక్షదిశలో ఆకాశమం

దున్న సక్షత్రములకు భ్రమణగతి యుండదు ; అవి స్థిరముగ నున్నట్లుగనే కనపడును. స్థూలదృష్టికి ధ్రువసక్షత్రము స్థిరముగ నున్నట్లుగపడునుకాని సూక్ష్మముగా నవేక్షించినచో నది కూడ భ్రమణగతికి లోనైయున్నట్లును, అత్యల్పవ్యాసార్థము గల వర్తుల మాగ్గయున భ్రమించుచున్నట్లులను వ్యక్తమగును. సభోత్తరధ్రువమునకు రహరమి  $11\frac{1}{4}$  అంశలదూరములో ప్రస్తుతము ధ్రువసక్షత్ర ముండుటయే అందుకు కారణము.

ధ్రువసక్షత్రమును బాగ్రత్తగా అవేక్షించినయెడల అది యొక సక్షత్రరాశికి చెందినదని వ్యక్తమగును. ఈ సక్షత్రరాశి సప్తస్థిమండలమును పోలియేయుండును. దీనికి అర్సానైసర్ అనిపేరు. ఈసక్షత్రరాశియందుకూడ చతురస్రాకారపు శీర్షము లందు నాలుగు సక్షత్రములును, ఆసక్షత్రములకు లోకవలె మూడుసక్షత్రములును ఉండును. ఈమూడు సక్షత్రములలో చివరసక్షత్రమే ధ్రువును. ఆరాశిలోని సక్షత్రములందెల్ల మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన సక్షత్ర మదియే.

ఆకాశములో అర్సామేజర్ వ్యాపించియున్నంత ఎక్కువ ప్రదేశమునకు అర్సానైసర్ విస్తరించియుండలేదు. పైగా వీనిలో నొకటి తలక్రిందుగా నున్నపుడు రెండవది నిలువుగా నుండి, వాని లోకభాగము లెల్లపుడును ఒకదాని కొకటి విముఖదిశలోనే విస్తరించియుండును.

అర్సామేజర్ సక్షత్రరాశిని, ధ్రువసక్షత్రమును గుర్తించుటను బాగుగా తెలిసికొనసాగి మృదు ఆకాశమం దుత్తరభాగమందలి యితరసక్షత్రరాసులను గుర్తించుట కడు సులభము.

అర్సామేజర్, అర్సామేసర్ రాసులు రెండింటికీని నడుమ నున్న నక్షత్రములు జ్ఞేకోరాశికి చెందినవి. ఇవి బీటా అర్సామేజోరిస్ కును ధ్రువనక్షత్రమునకును ఇంచుమించు మధ్యనుండి అర్సామేసరురాశిలో చతురస్రాకారపు శీర్షములందున్న నక్షత్రముల దిశగా బాగుగాపైకి వ్యాపించి, అక్కడనుండి ధ్రువతారవైపునకు పెద్దవంపు తిరిగి, మరల ధ్రువతారకు విముఖదిశగా హెక్ట్యులస్ రాశివైపునకు విస్తరించియున్నవి. ఆంగ్లభాషలోని 'S' అను అక్షరమును కుడియెడమలు తాటా మారుచేయగా నేర్పడు ఆకారమున ఈరాశి యున్నది.

సప్తర్షి మండలములో సూచికలను కలుపురేఖను ధ్రువ నక్షత్రమువైపునకు, ధ్రువనక్షత్రమును దాటి యింకను మీదికి పొడిగించినచో, W- ఆకారమందున్న 5 పెద్దనక్షత్రముల దరి నుండి అది పోవును. ఈ నక్షత్రములగుంపే కాసియోపియా రాశి. ధ్రువనక్షత్రమున కొకవైపున సప్తర్షి మండలమును, దానికి విముఖదిశలో కాసియోపియారాశియును, ధ్రువనక్షత్రమునకు సమానదూరమందున్నవి. కాసియోపియారాశిలో W- ఆకారమున చేరియున్న అగుదు నక్షత్రములను 'కాసియోపియాయొక్క కుర్చీ' యని పేర్కొందురు.

కాసియోపియా నక్షత్రరాశిలోని నక్షత్రముల్నియును భూమికి సమానదూరములో లేవు. కాసియోపియా నక్షత్ర రాశిలోని మాత్రమే గాక మరియెఱుతరనక్షత్రరాశిలోని నక్షత్రములునుకూడ సామాన్యముగా భూమికి సమానదూరమున నుండవు. కంటియొక్క దృష్టిలోపమువలన మిక్కిలి

ఎక్కువదూరమందున్న వస్తువులన్నియు సమానదూరమందున్నట్లు గోచరించును. తదనుగుణముగనే కాసియోపియా నక్షత్రరాశిలోని నక్షత్రము లన్నియు భూమికి సమానదూరమందున్నట్లుగపడి ఏకతలమందున్న యొక ఆకారమును స్ఫురింపజేయుచున్నవి. కాని యీ నక్షత్రరాశిలోని నక్షత్రములలో ఒక్కొక్కటి ఒక్కొక్క పరిమాణముగల వేగముతో సంచరించుచుండుటవలన శతాబ్దములు, సహస్రాబ్దములు గడచునప్పటికి ఈరాశి ఆకారములో మార్పునచ్చుట తథ్యము.

కాసియోపియారాశిని శర్మిష్ఠరాశియని హిందువులు వ్యవహరింతురు.

సప్తర్షి మండలములోని బీటా ఆల్ఫా నక్షత్రముల దిశలోనే కాసియోపియా నక్షత్రరాశినిదాటి, కాసియోపియారాశి ధ్రువనక్షత్రమున కెంతదూరమందున్నదో ఇంచుమించు అంత దూరము మనదృష్టిని ప్రసరించినచో ఏండ్రోమిడారాశివచ్చును. ఈఏండ్రోమిడారాశిలోని మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన నక్షత్రము పెగాసస్ రాశిలో చతురస్రముయొక్క శీర్షికలందున్న నాలుగు నక్షత్రములలో నొకటి. దీనికి ఆల్ఫా ఏండ్రోమిడి యనిపేరు. ఈనక్షత్రరాశికే చెందిన బీటా, గామా అను మిక్కిలి దీప్తిమంతములైన రెండునక్షత్రములును ఆల్ఫా ఏండ్రోమిడినుండి ఒకేదిశగా వ్యాపించియున్నవి. గామా ఏండ్రోమిడికి ఆల్ఫాకు అని మరియొక నామము గలదు. ఇది చక్కని జంటతార. బీటా ఏండ్రోమిడికిని, బీటా కాసియోపియాకును నడుమ బీటా ఏండ్రోమిడినుండి నాల్గవంతు దూరములో నొక నెబ్యులా యున్నది. వట్టికంటికి గోచరమగు నెబ్యులాయుది యొక్కటే.

దీనిని ఏండ్రోమిడా రాశిలోని గ్రేట్ న్యూలా యని పేర్కొందురు.

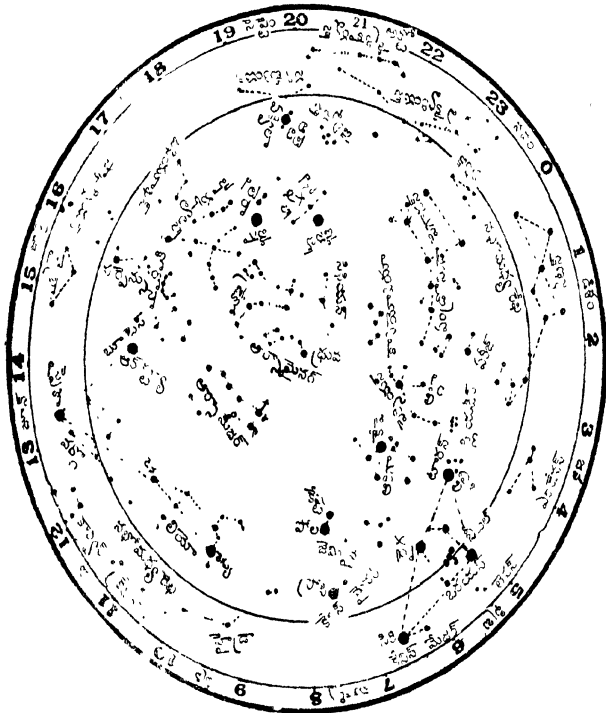
ఏండ్రోమిడారాశిలోని మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన ఆల్ఫా నక్షత్రమునుండి బీటా, గామా అను రెండు పెద్దనక్షత్రములు ఏకశగా వ్యాపించియున్నవో ఆదిశలోనే కొంచెము ముందునకు పోయినచో పెస్సియస్ రాశివచ్చును. ఈరాశిలో ముఖ్యమైనవి యేడు నక్షత్రములు. కౌసియోపియా, కృత్తికా నక్షత్రములనడుమ మినుకు మినుకు మనుచు నివిప్రకాశించుచున్నవి. పెస్సియస్ రాశిని గుర్తించుటకు మరియొక ఆధారము అది ఏండ్రోమిడారాశిని ఆరిగారాశిలోని కేపెల్లా నక్షత్రమునకును నడుమ నుండుట.

పెస్సియస్ రాశిలోని ఆల్గాల్ లేదా బీటాపెర్నే నక్షత్రము ఆరాశిలోని నక్షత్రములలో దీప్తిక్రమమున రెండవది. ఇది వృద్ధిక్షయతార; అనగా దానికాంతి ఒక నియతవ్యవధిలో హెచ్చుచును తగ్గుచును గోచరించును. పెస్సియస్ నక్షత్ర రాశికి ప్రాముఖ్యమైనవృద్ధిక్షయతారవలననే వచ్చినది. ఈవిషయమును ప్రాచీన గగనావేక్షకులుకూడ గమనించియేయుండిరి. పెస్సియస్ రాశిలోని కొన్ని నక్షత్రము లొకశాఖగా చీలి పాలపుంతలోనికి వ్యాపించియున్నవి. ఈరాశిలోని గరిష్ఠ దీప్తిమంతమైన మిర్ ఫేక్ (ఆల్ఫాపెర్నే) నక్షత్ర మిభాగమందే గలదు.

పెస్సియస్ రాశికి చేరునగనే సిఫియస్, కేమెలో పద్ధాలిన్, లింక్సు నక్షత్రరాసులున్నవి. వీనిలో మిక్కిలిముఖ్యమైనది సిఫియస్ రాశి.

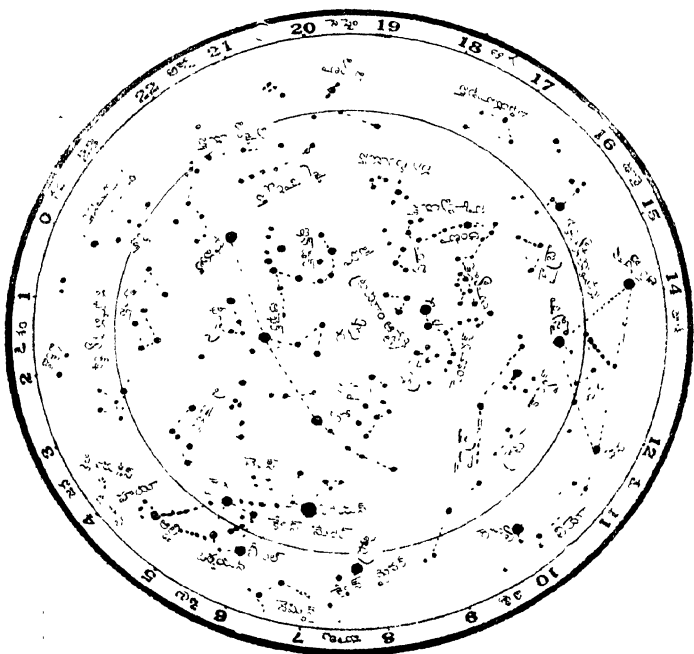


1-వ పటము. 100 మైళ్ళ యెత్తునుండి తీసిన న్యూమెక్సికో ప్రాంత  
మంసలి భూభాగపు ఛాయాచిత్రము (పుట. 13)



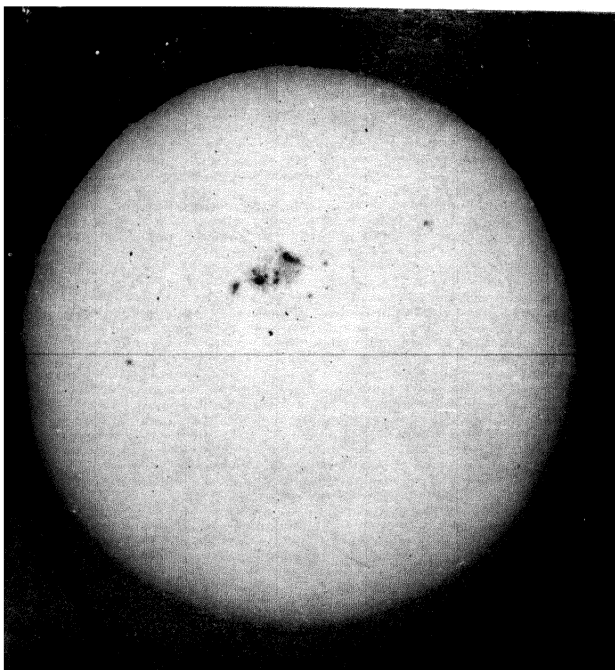
2-వ పటము. నక్షత్రరూపాలు (పుట. 75)

అందుచుట్టునున్న అంకెలు రైట్ ఎసెన్షియల్ ను సూచించును.



3-వ పటము. నక్షత్రరాలులు (పుట. 75)  
అంచుచుట్టునున్న అంకెలు రైట్ ఎసెన్షన్ ను సూచించును.





4.వ పటము. దీప్త్యావరణము (పుట. 132)

కాసియోపియారాశికి పెర్సియస్ రాశి యెంతదూరమున నున్నదో ఇంచుమించు అంతేదూరములో దానికి రెండవనైపున సిఫియస్ రాశి గలదు. కాసియోపియారాశికంటె నీరాశి ధ్రువనక్షత్రమునకు చేరువగ నున్నది. ఈరాశిలో ముఖ్యమైన నక్షత్రము లాప. అది మిగుల దీప్తికలవి కావుగాని వానిలో డెబ్బాసిఫియై విలక్షణమైన వృద్ధిక్షయతార యగుటవలన నీరాశికి ప్రత్యేకప్రాముఖ్య మేర్పడినది.

సిఫియస్, కాసియోపియా, పెర్సియస్, ఏంక్రోమిడా అను నాలుగు ఉత్తరమండల నక్షత్రరాసులును ఒకదాని ప్రక్క నొకటి యున్నవి.

ఆకాశమందున్న నక్షత్రములన్నిటిలోను 20 నక్షత్రములు మిక్కిలి ఎక్కువ దీప్తిమంత మైనవి. వీనిలో మూడు నక్షత్రములు- వేగా, డేనబ్, ఆల్టైర్- సెప్టెంబరు నెలలో రాత్రి సుమారు 9 గంటలకు ఆకాశములో ఉత్తరభాగమున యామోశ్చర రేఖాప్రాంతమందు కనపడును. ఈనక్షత్రములను మూసింకిని చేర్చినచో చక్కటి త్రిభుజ మేర్పడును. ఇక వీనిలో అధికదీప్తిమంతమైనది వేగానక్షత్రము. ఆకాశములోని నక్షత్రము లన్నింటిలోను దీప్తిక్రమమున నిది నాల్గవది. అర్కామేజర్ రాశిలోని గామా, డెబ్బా నక్షత్రములను కలుపు రేఖను డెబ్బావైపునకు పొడిగించినచో తేతనీలికాంతిలో తేజ రిల్లుచున్న వేగానక్షత్రము ద్వారమున అది పోవును.

వేగానక్షత్రము తైరానక్షత్రరాశికిచెందిన తార. ఈ నక్షత్రరాశి చాలచిన్నది. కాని అనేక అద్భుతదృశ్యములు

ఆకాశములో నీనక్షత్రరాశియున్న తావున గోచరించును. లైర్రా నక్షత్రరాశిలోని మరినా చుం నక్షత్రములు సమాంతరచతుర్భుజ శీర్షములందు వేగా నక్షత్రమునకు దక్షిణమున నున్నవి. వీనిలో బీటా, గామా నక్షత్రముల నశుమన్ దేశములో అంగుళ్యాకార న్యూలా కలదు.

డేనబ్ నక్షత్రము సైగ్నస్ రాశికి చెందినది. దీనికి ఆల్ఫా సైగ్నీ అని సాంకేతికనామము. లైర్రారాశికి సరిగా తూర్పున పాలపుంతలోనికి వ్యాపించియున్న నక్షత్రరాశియే సైగ్నస్. ఈరాశికి చెందిన బీటా సైగ్నీ నక్షత్రము అందమైన యుగళతార. 'రోల్ సాక్ న్యూలా' యీ నక్షత్రరాశియున్న తావుననే కలదు. ఈనక్షత్రరాశికి చెందిన 61-సైగ్నీ నక్షత్రదూరమునే శాస్త్రజ్ఞులు మొట్టమొదట కనుగొనినారు.

ఆటైర్ నక్షత్రము ఏక్విలా నక్షత్రరాశిలో ముఖ్యమైన తార. వేగా, బీటా సైగ్నీ నక్షత్రములను కలుపునట్టి రేఖను బీటా సైగ్నీ దిశగా పొడిగించినచో నది ఆటైర్ నక్షత్రమును చేరుకొనును. ఆటైర్ నక్షత్రమున కిరువైపుల రెండు చిన్న నక్షత్రము లున్నవి. ఈనక్షత్రము లన్నియును ఏక్విలా నక్షత్ర రాశికి చెందినవే.

సైగ్నస్, ఏక్విలా రాసులకు నడుమ డెల్ఫినస్, సగిట్టా అను రెండు చిన్న నక్షత్రరాసు లున్నవి. సగిట్టా అల్పదీప్తి మంతములైన అయిదు నక్షత్రములతో నేర్పడిన నక్షత్రరాశి. డెల్ఫినస్ రాశికి పశ్చిమముగా పాలపుంతను చేరి యీ నక్షత్రరాశి

యున్నది. సగిట్టా లైరా సక్షత్రరాసులకు నడుమనుండి అబ్బు షేజోవంతమైన మతీయొక సక్షత్రరాశి వుల్ పెళ్ళలా. డమ్ బెల్ ఆకారమందున్న నెళ్ళలా యీభాగమందే గలదు.

లైరా రాశికి పశ్చిమదిశగా వ్యాపించి హెక్ట్యులస్, కొరొనా బారియూలిస్, బూటెస్, కేనెస్ నెనాటిసి సక్షత్ర రాసులు ఎరుసగా వ్యాపించియున్నవి. ఇవన్నియు వేసవి కాలపు సక్షత్రరాసులే.

సప్తర్షి మండలమందలి శోకలోని సక్షత్రము లేరితిగా వంపుతిరిగియున్న నో ఇంచుమించు ఆవిధముగనే ఒకవంపు రేఖను దక్షిణముగా పొడిగించినచో నది ఆర్క్ట్యూరస్ అను ఎక్కువ దీప్తిమంతమైన సక్షత్రమును చేరుకొనును. ఇది బూటెస్ సక్షత్రరాశికి చెందినతార. ఆల్ఫాబూటిస్ అని దాని సాంకేతికనామము. బూటెస్ రాశిలోని మిగిలిన సక్షత్రములంత యెక్కువదీప్తిమంతములు గావు. కాని ఎస్పలాన్ బూటిస్ సక్షత్రము అందమైన జంటతార.

బూటెస్ రాశికి ప్రక్కగా తూర్పుననున్న చిన్న సక్షత్ర రాశియే కొరొనా బారియూలిస్. దీనిలోని సక్షత్రము లన్నియును అర్ధవృత్తాకారమున నమరియున్నవి.

కొరొనా బారియూలిస్, లైరా సక్షత్రరాసులకు నడుమ నున్న పెద్ద సక్షత్రరాశి హెక్ట్యులస్. ఇది ఆకాశములో చాల మేర వ్యాపించియున్నది.

హెక్ట్యులస్ రాశికి సరిగా దక్షిణముననున్న ఒఫియూఖస్ సక్షత్రరాశియును, దానికి దక్షిణముననున్న స్కార్పియస్

సక్షతరాశియునుకూడ ఆకాశములో ఎక్కువప్రదేశము నాక్రమించియున్న సక్షతరాసులు.

స్కార్పియస్ రాశిని గుర్తించుట కనుసలభము. ఎల్లవి కాంతికో ప్రకాశించుచు సధికదీప్తిమంతమైయున్న ఆంటారెస్ సక్షత్రమును, ఆసక్షత్రమునుండి తేలుకోకను స్ఫురింపజేయుచు వంకరగా వ్యాపించియున్న సక్షత్రములును స్కార్పియస్ రాశిని గుర్తించుటను సులభతరమొనర్చుచున్నవి. ఉత్తరధ్రువ సక్షత్రమునుండి కొరొనాబారియాలిస్, హెయ్యులస్ రాసుల నడుమగా నొకగీతను గీసినచో నది ఆంటారెస్ సక్షత్రద్వారమున పోవును. ఈస్కార్పియస్ సక్షత్రరాశిని గుర్తుపట్టుట కవి మరిమొకపద్ధతి. ఆంటారెస్ చాలపెద్ద సక్షత్రము. మనసూర్య గోళవ్యాసమునకు రమారమి 400 రెట్లు దీనివ్యాసమున్నది. దీనిచుట్టును ప్రదక్షిణమొనర్చుచు ఆకుపచ్చసక్షత్రము చిన్న చొకటి యున్నదని ఆధునిక ఖగోళవిజ్ఞాను లన్వేషించినారు.

స్కార్పియస్ సక్షత్రరాశి 12 క్రాంతివృత్త మండల సక్షత్రరాసులలో నొకటి. దీనిలో ఎక్కువభాగము క్రాంతి వృత్తమునకు దక్షిణముగా నున్నది. దీనికి తూర్పుననున్న సగిటేరియస్ రాశిలోను, పశ్చిమముననున్న లైబ్రారాశిలోను ఎక్కువదీప్తిమంతమైన సక్షత్రములేమియు లేవు.

ఏండ్రోమిడా, పెగాసస్, ట్రయాంగ్యులమ్, ఏరీజ్, ఏసీజ్, ఎక్వేరియస్ లు శీతకాలములో కనపడు సక్షత్రరాసులు. ధ్రువసక్షత్రమునుండి యొకగీతను కాసియోపియా రాశి పడమటి ప్రక్కనుండి దక్షిణదిశగా పొడిగించినచో ఇంచుమించు సమ

చతురస్రాకారమందున్న నాలుగు కాంతిమంతమైన సక్షత్రముల నది చేరుకొనును. అదియే పెగాసస్ రాశి. పెగాసస్ రాశియొక్క పెద్దచతురస్రము (ది గ్రేట్ స్క్వేర్ ఆఫ్ పెగాసస్) అని యీనాలుగు సక్షత్రములను శీర్షికలుగా గణించి ఆకారమును పేర్కొందురు. ఈ పెద్దచతురస్రశీర్షికలందలి నాలుగు సక్షత్రములలోను మూడుసక్షత్రము లీరాశికిని, ఒకసక్షత్రము ఏండ్రోమిడా రాశికిని చెందియున్నవి. ఈచతురస్రమందు చిన్నచిన్నసక్షత్రములనేకములు గలవు ; వ్యక్తికంటికో రమారమి 100 సక్షత్రములనుకూడ అందు కనుగొనవచ్చును. అర్నా మేజర్ రాశినలె నీరాశికుండ ఆకాశములో చాలమేరకు విస్తరించియున్నది. ఆల్ఫా పెగాసైనుండి డెల్ఫినస్ రాశివైపునకును, బీటా పెగాసైనుండి వైగ్నస్ రాశివైపునకును పెగాసస్ రాశికి చెందిన రెండుశాఖలు వ్యాపించియున్నవి.

పెగాసస్ ఏండ్రోమిడా రాసులకు దక్షిణమున V- ఆకారమందున్న సక్షత్రరాశియే పీసీజ్. దానికి తూర్పున పీసీజ్ రాశియున్నది. ఇది చాల చిన్న సక్షత్రరాశి. పెగాసస్ రాశిలోని చతురస్రమునకును ఆల్డిబెరాక్ సక్షత్రమునకును నడిమిభాగములో పెగాసస్ రాశిలోని చతురస్రమునకు కొద్దిగా చేరువగానున్న ద్వితీయపరిమాణతార పీసీజ్ రాశిలోని ముఖ్య సక్షత్రము. దీనికి ఆల్ఫా వైగ్నస్ అనిపేరు. ఈసక్షత్రమునకు చేరువగా వైసతిదిశలో మరెండు చిన్నసక్షత్రము లున్నవి. ఇవియును పీసీజ్ రాశికి చెందిన సక్షత్రములే. సూర్యుడు త్తరాభిముఖుడై ఆకాశమున సంచరించుచు ఈసక్షత్రరాశియున్న

తావుననే అతిప్రాచీనకాలములో సభోమధ్య కేళిను దాటుచుండెడివాడు. క్రాంతిస్వత్తమండల సక్షత్రరాసులలో మొదటి దానిగా ఏసీజ్ రాశి పరిగణింపబడుటకు కారణమిదే. కాని అయనచలనమువలన ఉత్తిరాభిముఖసంచారమైన సూర్యుడు ఏసీజ్ రాశియున్న తావున ప్రస్తుతము సభోమధ్య కేళిను దాటుచున్నట్లు గోచరమగుచున్నది.

ఏసీజ్ రాశికి పశ్చిమమున ఎక్వేరియస్, కేప్రికార్నస్ రాసులు వరుసగా నున్నవి.

ఏసీజ్ రాశి కుత్తరమునను, ఏండ్రోమిడారాశిలోని గామా సక్షత్రమునకు సరిగా దక్షిణమునను, ఆల్ఫా ఏన్టెటిస్ గామా ఏండ్రోమిడే సక్షత్రములకు సమానదూరములోను బ్రయాంగ్యులమైరాశి గలదు. ఇవి మిక్కిలి చిన్న సక్షత్రరాశి.

పెస్సెయస్ రాశికి దక్షిణముననున్న చిన్న సక్షత్రముల గుంపునకు స్లియడీస్ అనిపేరు. ఈగుంపులో వట్టికంటికి రమారమి 7 సక్షత్రములు గోచరమగును. పిల్లలకోడియని మనము పేర్కొనున దీరాశియే. టారస్ రాశిలో ఇదియొకభాగము.

టారస్ రాశిలో ఎక్కువ దీప్తిమంతమైన సక్షత్రము ఆల్డిబెరాన్. స్లియడీస్ కు ఆగ్నేయదిశగా నది యున్నది. హయాడిస్ అను సక్షత్రసమూహము ఈరాశికి చెందినదే.

శీతకాలమున కనిపించు సక్షత్రరాసులలో ఒరయస్ రాశి మిగుల ఆకర్షకమైనది. స్లియడీస్ సక్షత్రసమూహమునుండి ఆల్డిబెరాన్ సక్షత్రద్వారమున ఆగ్నేయదిశగా నొక గీతను గీసినచో నది మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన బీటల్ గాజ్ సక్షత్రమును

చేయకొనును. బీటల్ గాజ్ నక్షత్రము బరయన్ రాశికి చెందిన తార. దీనికి ఆల్ఫా బరయానిన్ అని సాంకేతికనామము. బరయన్ రాశికి చెందిన బీటా బరయానిన్ నక్షత్రముకూడ మిగుల దీప్తిమంతమైనదే. ధైగల్ అని దానికి ప్రత్యేక నామము గలదు. బీటల్ గాజ్, ధైగల్ నక్షత్రములకు మధ్య నున్న డెల్టా, ఎస్పిలాన్, జీటా నక్షత్రములను 'బరయనుని పటకా' యని పేర్కొందురు. ఈపటకాగా నేర్పడిన నక్షత్రములకు ప్రక్కగా, ధైగల్ నక్షత్రమువైపున నొక నెయ్యలా యున్నది. బరయన్ రాశిలోని గొప్ప నెయ్యలా (ది గ్రేట్ నెయ్యలా ఇన్ బరయన్) యని దానికి పేరు.

బరయనుని పటకా సరిగా నభోమధ్యరేఖపై నున్నది. అందుచేత బరయన్ రాశిలోని కొంతభాగము ఉత్తరార్ధసభోగోళమందును, మరికొంతభాగము దక్షిణార్ధసభోగోళమందును నుండును.

బరయన్ రాశిగల ప్రదేశము ఆకాశములో మిగుల దీప్తిమంతమైన నక్షత్రములుగల మండలము. బరయన్ రాశికి చెందిన బీటల్ గాజ్, ధైగల్ నక్షత్రములు, కేనిన్ మేజర్ కు చెందిన సిరియస్ నక్షత్రము, కేనిన్ మైనర్ కు సంబంధించిన ప్రోసియాన్ నక్షత్రమును, టారస్ రాశిలోని ఆల్డిబెరాన్ నక్షత్రమును ఈమండలమందే యున్నవి.

ఆకాశమందలి నక్షత్రము లన్నిటిలోను మిక్కిలి దీప్తిమంతమైనది కేనిన్ మేజర్ రాశికి చెందిన సిరియస్ నక్షత్రము. బరయనుని పటకాభాగమందలి డెల్టా, ఎస్పిలాన్, జీటాలను



కలుపురేఖను ఆగ్నేయదిశగా పొడిగించినయెడల నది సిరియస్ నక్షత్రమును చేరుకొనును.

ఒరయస్ నక్షత్రరాశికి చెందిన బీటల్ గాజ్, కేన్స్ మేజర్ రాశికి చెందిన సిరియస్, కేన్స్ మైనర్ రాశికి చెందిన ప్రోసియాన్ అను నక్షత్రములు మూడును సమబాహు త్రిభుజ శీర్షికలవలె సభావీధియం దమరియున్నవి. ప్రోసియాన్ కూడ తేజోవంతమైన నక్షత్రమే. పాలపుంతి కొకవైపున ప్రోసియాన్ నక్షత్రము, రెండవవైపున సిరియస్ నక్షత్రము నుండుట గమనింపదగినది. దీనినిబట్టి యీ నక్షత్రరాసులను సులువుగా గుర్తించవచ్చును.

కేన్స్ మేజర్, కేన్స్ మైనర్ రాసులకు నడుమ మోనోసెరాన్ నక్షత్రరాశిగలదు. ఈ రాశిలోని నక్షత్రము లన్నియు సత్యల్ప దీప్తి కలవి.

ప్రోసియాన్ నక్షత్రమునకు సరిగా ఉత్తరమున నున్న దీప్తిమంతమైన నక్షత్రము పోలక్సు. ఇది జెమిన్ నక్షత్రరాశికి చెందినతార. దీనిని బీటా జెమినోరమ్ అని కూడ పేర్కొందురు. పోలక్సు, ఆల్డిబెరాన్, సిరియస్ నక్షత్రములు మూడును కూడ సమబాహుత్రిభుజ శీర్షికలవలె సమరియున్నవి. అర్కా మేజర్ రాశిలోని డెల్టా, బీటా నక్షత్రములను కలుపురేఖను బీటా నక్షత్రదిశగా పొడిగించినచో నది పోలక్సు నక్షత్రము చెంతకు పోవును. పోలక్సు నక్షత్రమునకు చేరువను సరిగా ఉత్తరముననున్న నక్షత్రము కేప్టర్. ఇది ఆల్ఫా జెమినోరమ్.

టారస్ రాశిప్రక్కను ఉత్తరదిశయందున్న నక్షత్రరాశి ఆరిగా. పెసియస్ రాశికి చెందిన గామా, ఆల్ఫా, డెల్టా

నక్షత్రములను కలుపునట్టి వంపురేఖను జ్యోతిషశాస్త్ర నిశానగా పొడిగించినచో నది ఆరిగానక్షత్రరాశిలోని హెచ్చు దీప్తి మంతమైన నక్షత్రమును చేరుకొనును. అదే ఆరిగానక్షత్ర రాశిలోని కేప్లెగ్గా నక్షత్రము. దీనిని ఆల్ఫాఆరిగె యనికూడ పేర్కొందురు. పాలపుంతయందున, ఆర్క్టికరాన్ నక్షత్రమున కుత్తిరముననున్న ట్లిడి యగపడును.

ఆరిగానక్షత్రరాశిలో తక్కువ దీప్తికల నక్షత్రములు చాలగలవు. అవి యెక్కువగా పాలపుంతలోనే యున్నవి. ఈభాగమందు పాలపుంత వెడల్పు చాలహెచ్చు.

ఆరిగా నక్షత్రరాశి ఫిబ్రవరినెలలోను, జెమినైరాశి మార్చినెలలోను రాత్రి 9 గంటల ప్రాంతములో యామ్యోత్తరరేఖపై గోచరమగును. జెమినై నక్షత్రరాశికి తూర్పున నున్న లియోరాశి రాత్రికాలముం దాసమయములో ఏప్రిల్ నెల నడుమగాని యామ్యోత్తరరేఖపై ప్రత్యక్షముకాదు. అర్పా మేజర్ రాశిలోని సూచికలను కలుపురేఖను ధ్రువనక్షత్రము నైపునకుగాక దానికి విముఖదిశగా పొడిగించినచో నది లియో నక్షత్రరాశిని చేరుకొనును. ఈరాశిలోని ఎక్కువదీప్తిమంత మైన నక్షత్రమునకు రెగ్యులస్ అనిపేరు. ఆల్ఫాలియోనిస్ అని దీని సాంకేతికనామము. బీటాలియోనిస్ ను డెనబోలా యని వ్యవహరింతురు.

లియో, జెమినై రాసులకు నడుమనున్న దే కేన్సర్ రాశి. ఈరాశిలో ఎక్కువ దీప్తిమంతమైన నక్షత్ర మొకటియును లేదు. ప్రెసెపె యను విచిత్రమైన నభోమూర్తి యీరాశికి

చెందినదే. పొట్లపువ్వు ఆకారమందున్న మబ్బుకునకవలె గోచరమగునుగాని వాస్తవముగా నది యనేక నక్షత్రముల కూటమి. దూరదర్శినితో నవేక్షించినయెడల ఈకూటమిలోని నక్షత్రములు విడివిడిగా మనకు గోచరమగును.

లియోకు తూర్పుననున్న వర్గోరాశికూడ క్రాంతివృత్త మండల నక్షత్రరాశియే. సప్తగి మండలములోని ఆల్ఫా, గామా నక్షత్రములను కలుపుచేఖను గామా నక్షత్రదిశగా పొడిగించిన యెడల అది వర్గోనక్షత్రరాశిలో అధికదీప్తికల స్పైకా నక్షత్రము చెంతనుండి పోవును. స్పైకానక్షత్రమునకు ఆల్ఫా వర్జినిస్ అని సాంకేతికనామము. తేతిసీలికాంతిలో నిది ప్రకాశించుచుండును. వర్గోనక్షత్రరాశిలోని తారలలో నిదియొక్కటియే అధికదీప్తిగల నక్షత్రము. బూటెస్ రాశిలోని ఆక్ట్యూరస్ నక్షత్రమునకు దక్షిణముగా నిది యున్నది. నభో మధ్యరేఖ కిరువైపులను ఆకాశములో చాలమేర విస్తరించి యీ నక్షత్రరాశి గలదు.

కార్వస్, హైడ్రా, సెక్స్టాన్సు మున్నగు దక్షిణార్ధ నభోగోళమందలి నక్షత్రరాసు లన్నియును వర్గో, లియో నక్షత్రరాసులకు దక్షిణమందున్నవి.

ఒఫియూఖస్ నక్షత్రరాశి క్రాంతివృత్తమండల నక్షత్ర రాసులలో నొకటి గాకపోయినను స్కార్పియస్ రాశినుండి సగిలేరియస్ రాశికి పోవునపుడు ఈరాశిఅవధుల నడుమ రమారమి 18½ దినములు సూర్యుడు గడవును. ఈరాశి స్కార్పియస్ రాశికి సరిగా ఉత్తరముననున్నది. ఇందధిక దీప్తిమంతమైన నక్షత్రము లేమియును లేవు.

సగిటేరియస్కు తూర్పుననున్న క్రాంజివృత్తమండల సక్షత్రరాశి కేప్రికార్నస్. దీనిలోగాని దీనికి తూర్పున నున్న ఎక్వేరియస్ రాశిలో గాని అధికతేజోవంతమైన సక్షత్రము లేమియును లేవు. అష్టోబరు, నవంబరు నెలలలో రాత్రి తొమ్మిదిగంటలలోపున యామ్యోత్తరరేఖపై సీసక్షత్రరాసులు గోచరమగును.

స్కార్పియస్ సక్షత్రరాశిలోని తేలుకోకకు తూర్పు భాగమందు తెలిస్కోపియం, ఏరా, మేనో, ఇన్డస్ రాసులును, పశ్చిమభాగమందు ల్యూపస్, సెంటూరస్ సక్షత్రరాసులును నున్నవి. దక్షిణమండల సక్షత్రరాసులలో సెంటూరస్ ఎక్కువ మేరకు విస్తరించియున్న రాశి. ఈసక్షత్రరాశికిచెందిన ఆల్ఫా, బీటా సక్షత్రములు రెండునుకూడ దీప్తిమంతమైనవి. దీప్తిక్రమములో ఆల్ఫాసెంటారీసక్షత్రము మూడవసక్షత్రముగా పరిగణనమునకు వచ్చును. ఆల్ఫాసెంటారీ సక్షత్రమునకు సహచరిగానున్న ప్రోస్పెరూసెంటారీయే సూర్యుని తరువాత భూమికి దగ్గరగానున్న సక్షత్రము. ఇది అల్పదీప్తికల సక్షత్రమగుటవలన వట్టికంటికి కనిపించదు.

సెంటూరస్ సక్షత్రరాశికి దక్షిణమున క్రక్కు సక్షత్ర రాశి గలదు. ఉత్తరార్ధగోళమందలి అర్సామేజర్ రాశివలె దక్షిణార్ధగోళమందీరాశిని దక్షిణాధ్రువమందున్న కనుగొనుటకై యుపయోగింతుట. కాని అర్సామేజర్ రాశివలె ఇది ఎక్కువమేరకు విస్తరించిలేదు. ఈరాశికిచెందిన ముఖ్యమైన నాలుగుసక్షత్రములును ఎక్కువదీప్తికలవి ; వానిలోరెండు

సక్షత్రములు అర్సామేజర్ రాశికి చెందిన ఆటా, బీటా సక్షత్రములకంఠెనుకూడ తేజోవంతములై యుండును.

దక్షిణమండల సక్షత్రరాసులందెల్ల ఎరిడేనస్ సక్షత్రరాశి కడుదీర్ఘమైనది. ఇది ఒరయన్ రాశికి చెందిన లైగల్ సక్షత్రముదగ్గర ప్రారంభమై సీటస్, ఫీనిక్సు, ట్యూకానా రాసులను దాటుకొని వంకరటింకరగా దక్షిణమునకు విస్తరించి చివరకు హైడ్రస్ రాశిని చేరుకొనును. ఈ రాశికి చెందిన ఆఖర్ నార్ సక్షత్రము మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన తార.

ఎరిడేనస్ సక్షత్రరాశికి తూర్పునైపున కరైనా, పశ్చిమమున వైసిస్ ఆప్రినస్ సక్షత్రరాసులున్నవి. కరైనా సక్షత్రరాశికి చెందిన కెనోపస్ సక్షత్రము కడునుజ్జ్వలమైన తార ; సిరియస్ సక్షత్రము తరువాత అదియే మిగుల దీప్తికలది. సిరియస్ సక్షత్రమునకు ఆగ్నేయ దిశగా నిది యుండును.

వైసిస్ ఆప్రినస్ చాల చిన్న సక్షత్రరాశి. పెగాసస్ సక్షత్రరాశిలోని బీటా, ఆల్ఫా సక్షత్రములను కలుపుచున్న రేఖను సభోమధ్యరేఖను దాటి దక్షిణముగా పొడిగించిన యెడల నది వైసిస్ ఆప్రినస్ రాశిలో దేదీప్యమానముగ వెలుగు ఫోమల్ హెట్ సక్షత్రమును చేరుకొనును.



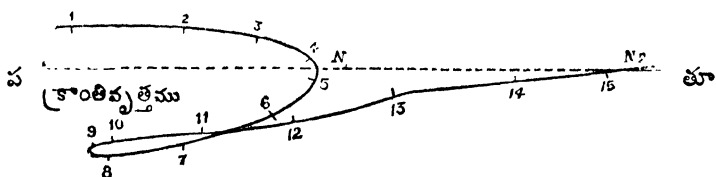
# సూర్య కుటుంబము

## గ్రహచారము

ఆకాశములో నేపాదిరాసులు గల క్రాంతివృత్తమార్గమున సంవత్సరము పొడుగునను సూర్యుడు సంచరించుచున్నట్లభివ్యక్తమగునుగాని వాస్తవముగా నందు సంచరించుచున్నది భూమియే. సభోమూర్తులను జాగ్రత్తగా కొంతకాల మవేక్షించినచో గ్రహములును, చంద్రుడునుకూడ ఇంచుమించుగా క్రాంతివృత్తమార్గము ననుసరించియే సంచరించుచున్నట్లు స్పష్టమగును; అయితే గ్రహసూర్యుల గతులలో నొక వ్యత్యాసము మనకు కానరాకపోదు. సూర్యుడెల్లప్పుడు పడమరనుండి తూర్పునకు ప్రయాణము చేయుచున్నట్లు గోచరించును; ప్రయాణము నడుమ కొంతతడ వాగి స్థిరముగా నిలిచియుండుటగాని, వెనుకకు పడచుటగాని ఆయనపట్ల గోచరముకాదు. సూర్యుడు కొక్కొక్కరాశిలో రమారమి ఒక నెలలోజులుండును కాబట్టి ఆయన గమనవేగముకూడ సామాన్యముగా సమానముగనే యుండును. కాని గ్రహముల విషయమున నట్లుగాదు. కొన్ని నెలలో, సంవత్సరములో నిర్విరామముగా గ్రహముల నవేక్షించినచో అవి పడమరనుండి తూర్పుదెసగా కొంతకాలము ప్రయాణముచేసి, పిమ్మట హఠాత్తుగా కొన్ని దినములక్కడ ఆగి, ఆతరువాత పడమటిదెసగా వెనుకకు నడిచి అట్లుపైని తూర్పుదెసగా ప్రయాణమును సాగించినట్లుల వ్యక్తమగును; అంతేగాక వాని వేగపరిమాణములోకూడ మార్పువచ్చిన

ట్లభివ్యక్తమగును. గ్రహములు పడమరనుండి తూర్పుగా పయనించుచున్నపుడవి ఋతుగతిని కలిగియున్నవనియు, తూర్పునుండి పడమరకుదెసగా సంచరించినపుడు వక్రించినవి లేదా వక్రగతిని పొందినవనియు, సుస్థిరముగా నున్నపుడు స్తంభించియున్నవనియు, మితిమీరిన వేగముతో చరించినపుడు అతిచారము నొందినవనియును శాస్త్రపరిభాషలో పేర్కొందురు.

భూమినుండి అవేక్షించినపుడు ఆకాశములో నొక గ్రహము సంచరించినమార్గము నక్షత్రములనుబట్టి యెల్లుగోచరమగునో 18 వ చిత్రము సూచించును. చిత్రములోని అంకెలు



18 వ చిత్రము

సమానవ్యవధిగలకాలములలో నొకగ్రహస్థానములను సూచించును. ఇంచుమించుగా 5- అంకె గల స్థానమువరకును తూర్పుగా సంచరించిన ఆ గ్రహము అంతకునుండి పశ్చిమదిశగా వెనుకకు సంచరించుటను ప్రారంభించి, రమారమి 9- అంకె గల స్థానమువరకును ఆదిశగానే గమనించినది ; ఆతరువాత నది తిరిగి తూర్పుదిశగా ముందునకు ప్రయాణమును సాగించినది. చిత్రమును జాగ్రత్తగా పరిశీలించినచో 4, 5- అంకెలు సూచించుస్థానముల ప్రాంతమునను, 9- అంకె సూచించుస్థానమునకు వెనుకను ఆ గ్రహము తనకక్ష్యయందు స్థిరముగా

నున్నట్లు వ్యక్తమగును. అనగా నప్పుడా గ్రహము స్తంభించి యున్నది. గ్రహస్తంభము గ్రహగతి ఋషిగతినుండి వక్రగతికి మారినపుడును, వక్రగతినుండి ఋషిగతికి మారినపుడునుకూడ కలుగునని చిత్రమునుబట్టి మనకు వెల్లడియగును.

ఈరీతిగా సూర్యనక్షత్రాని, యేనక్షత్రమునకు గాని లేని స్తంభవక్రగతులు గ్రహముల కుండుటకు కారణమేమి? అవి వాస్తవముగా వానికున్నగతులా? లేదా వానికవి నిజముగా లేకపోయినను భూమినుండి చూచుచున్నపుడు ఉన్నట్లుగా కనిపించుచున్నవా?

గ్రహములకు స్తంభ, వక్రగతులు వాస్తవముగా నున్నవి గావు. సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న భూమినుండి ఆసూర్యునిచుట్టునే పరిభ్రమించుచున్న గ్రహముల నవేక్షించుటచేతనే వాని గమనములలో నట్టి విచిత్రగతులు గోచరమగుచున్నవి. అదియెట్లు సంభవించుచున్నదో స్థూలముగ పరిశీలింతము.

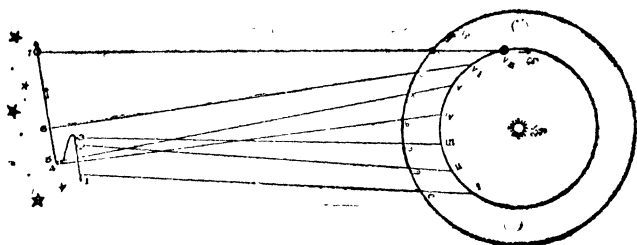
వాల్తేరునుండి సింహాచలమువరకును రెండురైళ్ళు ఏక సమయమున నడుచుటకు వీలుగా జంట మార్గము లున్నవి. అట్టివింకను పెక్కుతావులందుండవచ్చును. మెయిలు, ప్యాసెంజరు అను రెండురైళ్ళు వాల్తేరునుండి బయలుదేరి ఆమార్గములవెంబడి సింహాచలమువైపు పోవుటకు సిద్ధముగానున్నవనుకొందము.

ఆరైళ్ళలో మెయిలునందు మనము కూర్చుంటిమని యూహింతము. ప్యాసింజరుబండి మనముకూర్చుండిన మెయిలు



బండికంటె ముందు బయలుదేరి సింహాచలముపైపు పోవుచున్న దనికూడ భావించుము. ఆతరువాత కొంతసేపటికి మనమున్న మెయిలుబండి వాళ్ళేమో బయలుదేరి ప్యాసింజరుబండి కంటెను ఎక్కవవేగముతో సింహాచలముపైపు పోవుచున్నదను కొందము. మెయిలుబండి బయలుదేరిన వెంటనే దానినుండి మనము ప్యాసింజరుబండిని చూచినచో ప్యాసింజరుబండి ముందుకు పోవుచున్నట్లు కనపడును. ప్యాసింజరుబండి వేగముకంటె మెయిలుబండివేగము అధికముగాన బయలుదేరిన కొంతసేపటికి మెయిలుబండి ప్యాసింజరుబండిని కలిసికొనుట కవకాశమున్నది. అట్లు కలిసికొనిన సమయములో మనము కూర్చుండిన మెయిలుబండినుండి ప్యాసింజరుబండిని చూచినచో అది స్థిరముగ నున్నట్లు కనపడును. ఆతరువాత కొంతసేపటికి మెయిలుబండి ప్యాసింజరుబండిని దాటిపోవును. అప్పుడు మనము మెయిలుబండినుండి ప్యాసింజరుబండిపైపు చూచినచో ఆ ప్యాసింజరుబండి వెనుకకు పోవుచున్నట్లు కనపడును. భిన్న వేగములు గల రెండు రైలుబండ్లలో ఒకదానినుండి రెండవదానిని చూచినపుడు వాని సాపేక్ష స్థానములను, సాపేక్ష వేగములనుబట్టి వాని గతులలో పురోగమన, తిరోగమన, స్తంభము లభివ్యక్తమగునని దీనివలన వ్యక్తమగును. ఈరెండు రైలుబండ్లవలెనే గ్రహములు కూడ ఏకదిశలో సూర్యునిచుట్టును భిన్న వేగములతో సంచరించుచున్నవి కాబట్టి పరిభ్రమణస్థితియందున్న భూమినుండి చూచినపుడు అవేక్షితగ్రహము తన సాపేక్ష వేగము ననుసరించి ఋషావక్రాదిగతులను కలిగియున్నట్లు కనపడును.

19 వ చిత్రములో సూ- సూర్యుని, బోపలిమార్గము భూకక్ష్యను, వెలుపలిమార్గము కుజగ్రహకక్ష్యను నిరూపించుచున్నవనుకొందము. బోపలికక్ష్యలోని I, II, III, IV, V, ... అను అంకెలు సమానవ్యవధిగల కాలములలో



19 వ చిత్రము

ఆకక్ష్యచుండు భూమిస్థానములను, వెలుపలికక్ష్యలోని ౧, ౨, 3, ౪, 5, ... అను అంకెలు బోపలికక్ష్యలోని భూస్థానములకు అనురూపమైన కుజగ్రహస్థానములను ఆ వెలుపలికక్ష్యలోను నిరూపించుచున్న వనుకొందము. భూమి I నుండి III కు ప్రయాణముచేయునప్పునికి కుజగ్రహము తనకక్ష్యలో ౧ నుండి 3 కు ప్రయాణముచేయును. కాని సక్షత్రములనుబట్టి గగన తలమున నది 1 నుండి 3 వరకును పయనించినట్లగపడును. ఇట్లది గగనతలమున 1 నుండి 3 వరకును ప్రయాణముచేసినట్లగపడుట కేవలము దృశ్యముమాత్రమే; వాస్తవముగా జరిగినదికాదు. భూమి III ను చేరుకొనినప్పుడు సూర్యుడును, భూమియును, కుజుడునుకూడ ఇంచుమించుగా ఒకేసరళ రేఖలో నుండును. ఇంతకిదినుండి సక్షత్రములనుబట్టి గగనతలమున కుజుడు వక్రగతినిపొందినట్లు గోచరించును. భూమి IV ను

ప్రవేశించునప్పటికికూడ కుజున వింకను వక్రగతియే. భూమి కుజుని బాగుగాదాటి ముందుకు పోయినపిమ్మటగాని కుజ గ్రహము వక్రగతిని విడువదు. భూమి V ను చేరుకొనునప్పటికి కుజగ్రహము ఋజుగతిని పొందినట్లు మనకుగోచరించును. అప్పు డది ఆకాశములో 5 అనుస్థానముననున్నట్లు కనపడును.

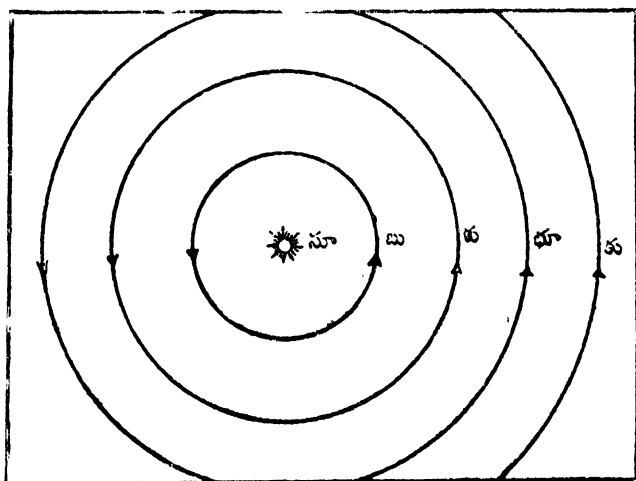
### గ్రహ పరిభ్రమణము

గ్రహముల ఋజువక్రగతులు కేవలము దృశ్యములు మాత్రమే. అవి వాస్తవముగా సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించు చున్నవి. సూర్యునిచుట్టును గ్రహములు భిన్న వేగములతో నిర్దిష్టకక్ష్యలవెంబడి పరిభ్రమించుచున్నవని యూహించినచో గ్రహగతులను సులభముగా విశదీకరింపవచ్చునని కోపర్నికస్ అను విజ్ఞుని 16 వ శతాబ్దములో వెల్లడించెను. అటుపిమ్మట 17 వ శతాబ్దములో గ్రహకక్ష్యల యాకారమునకును, వానిగతులకును అన్వయించు నియమములను కెప్లర్ విజ్ఞుని అరసెను. గ్రహములు సూర్యునిచుట్టు నియమితకక్ష్యలలో నియమబద్ధములై సంచరించుటకు కారణము సూర్యుడు గ్రహ ములపై ప్రవర్తింపజేయుచున్న గురుత్వాకర్షణబలమేయని కనుగొనినమేధావి న్యూటన్.

సూర్యకుటుంబములో సూర్యుడు, గ్రహములు, ఉప గ్రహములు, శోకచుక్కలు, ఉల్కలు నున్నవికదా ! సూర్య కుటుంబపు మొత్తము ద్రవ్యసంచయములో నూటికి 99.86 పాళ్ళు సూర్యునియందే కేంద్రీకృతమైయున్నది. ఇంక మిగిలిన 0.14 పాళ్ళ ద్రవ్యముతోనే గ్రహములు, ఉపగ్రహములు, అధికసంఖ్యాకములైన శోకచుక్కలు, ఉల్కలు నేర్పడినవి.

భూగోళద్రవ్యసంచయముకంటె సూర్యగోళ ద్రవ్యసంచయము రమారమి 3,32,000 రెట్లు హెచ్చు!

బ్రహ్మాండములో ద్రవ్యమయమైన మూర్తు లొకచాని నొకటి పరస్పరము ఆకర్షించుకొనుననియును, ఆయాకర్షణబల పరిమాణము లామూర్తుల ద్రవ్యరాసులనుబట్టియును, వాని నడిమిదూరములనుబట్టియును నుండుననియు మనకు తెలిసినదే. సూర్యకుటుంబములో సూర్య డిశద్రవ్యమయముగాన తన యధికద్రవ్యరాశిఫలితముగా నేర్పడిన బలముచే సూర్యకుటుంబ ములోని గురుతరమూర్తులనన్నిటిని తనచుట్టును త్రొప్పకొను చున్నాడు. సూర్యునిచుట్టును ప్రత్యక్షముగా తిరుగుచున్న మూర్తులలో నెన్నదగినవి గ్రహములు.

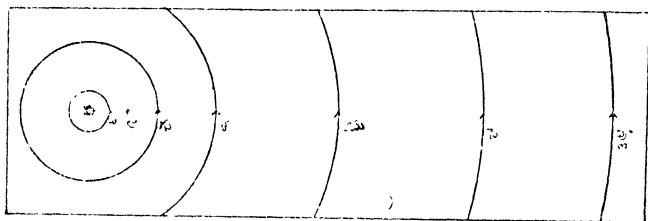


20 వ చిత్రము

గ్రహముల సాపేక్షదూరములు.

సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుటలో గ్రహములన్నియును కలిసి యేకమార్గము సనుసరించుటలేదు. ఒక్కొక్క గ్రహమునకు నిర్దిష్టమై యొక్కొక్క మార్గమున్నది. భిన్న గ్రహములపై సూర్యుడు ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబల పరిమాణములనుబట్టి ఆయా గ్రహకక్ష్యలపరిమాణములు నిర్ణీతమగును.

సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్న గ్రహములలో సూర్యునకు మిక్కిలి చేరువగానున్న కక్ష్యయందున్నది బుధగ్రహము. శుక్రుడు, భూమి, కుజుడు, ఆస్టిరాయిడులు, గురుడు, శని, యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటో గ్రహము లాతరువాత క్రమముగా వరుసలోనున్న కక్ష్యలలో సంచరించుచున్నవి. భూకక్ష్య



21 వ చిత్రము

గ్రహముల సాపేక్షదూరములు.

నూ — సూర్యుడు

గు — గురుడు

బు — బుధుడు

శ — శని

శు — శుక్రుడు

యు — యురేనస్

భూ — భూమి

నె — నెప్ట్యూన్

కు — కుజుడు

ప్లూ — ప్లూటో

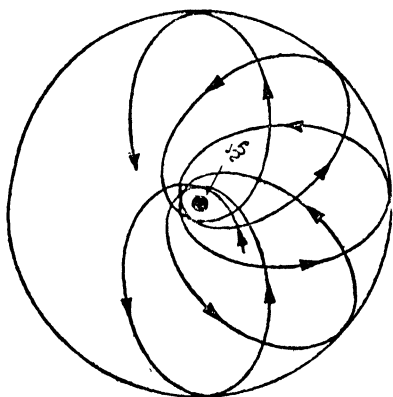
ఆ — ఆస్టిరాయిడులు

వలెనే గ్రహముల కక్ష్యలుకూడ దీర్ఘవృత్తాకారములే. అవియును ఎక్కువగా సాగ్రియుండలేదు ; అనగా వాని వికేంద్రతలు చాలతక్కువ. గ్రహము లన్నిటిలోను ఎక్కువ వికేంద్రతగల కక్ష్యగలది ప్లూటో ; దాని కక్ష్యవికేంద్రత 0.249 తక్కువ వికేంద్రతగల కక్ష్యగలది శుక్రడు ; దాని కక్ష్యవికేంద్రత 0.0068 ; కాబట్టి స్కేలనకు సరిగా గ్రహకక్ష్యలను గీసినచో వృత్తములకును దీర్ఘవృత్తాకారములైన యీగ్రహ కక్ష్యలకును ఎక్కువవ్యత్యాసము కానరాదు. ఈకక్ష్యలలో ఒకనాభియందు సూర్యు నేర్పరచుకొని ఆయనచుట్టును గ్రహములు ఒకేదిశలో పరిభ్రమించుచుండును.

బుధగ్రహసంచలనమందు మరెయ్యేమి తరగ్రహపరిభ్రమణమందును పొడగట్టని విచిత్రాంశమొకటి వ్యక్తమైనది. బుధగ్రహము సూర్యుని నాభిగా చేరికొని దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలో పరిభ్రమించుచున్నదికదా ! ఆకక్ష్యలో సూర్యునికి మిక్కిలి చేరువగానున్న బిందువును ఆగ్రహముయొక్క నీచస్థానమందును. సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నది బుధగ్రహమొక్కటే అయియుండినట్లయిన, బుధుని నీచస్థానము నదా ఒకేబిందువు నొద్ద స్థిరముగా నుండియుండును. కాని వాస్తవముగా నది యట్లుండుటలేదు. ఆస్థానము క్రమముగా నాకక్ష్యలో ఒక బిందువునుండి వేరొకబిందువునకు సంచరించుచున్నది. ఈసంచారపరిమితి నూరుసంవత్సరములకు 35" ఉండునని 1845 లో లివెరియర్ విజ్ఞాని లెక్కచేసి కనుగొనెను. కాని ఆతరువాత కొందరు శాస్త్రజ్ఞుల లెక్కలవలన ఈసంచారము నూరుసంవత్సరములకు 40" అని తేలినది.

బుధగ్రహకక్ష్యలో ఒకచిందువున కేర్పడిన యీసంచారము బుధగ్రహముపై సీతరగ్రహములు కలుగజేసిన వైకల్యము వలననైన నేర్పడవలెను ; లేదా యేన్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతముననుసరించి గ్రహగతులు సాగుచున్నవని మనము విశ్వసించుచుంటిమో ఆసిద్ధాంతమైనను తప్పుకావలెను.

బుధునియొక్క యీవిపరీతసంచలనము బుధసూర్యుల నడుమనున్న గ్రహములవలననే కలుగుచున్నదని లీవ్రెయిర్ శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రతిపాదించి, బుధగ్రహసంచలనములో నామాన్యు



22 వ చిత్రము

నకు కారణ భూతమైన గ్రహముల ద్రవ్యరాశి యెంతయుండవలెనో కూడ లెక్కకట్టి చెప్పెను. అట్టి గ్రహములున్నవని ఆదిలో చాలకాలము వరకును శాస్త్రజ్ఞులు భావించిరి గాని మహాధీకీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శి నులు వాడుకలోనికి

వచ్చినపిమ్మట అట్టిగ్రహము లేమియును లేవని తేలినది. ఆరీతిగా బుధగ్రహముయొక్క ఆవిపరీతసంచలనమునకు సరియైన కారణము నొసగలేక శాస్త్రజ్ఞులు తల్లడిల్లుచున్న సమయములో ఐస్ట్రై పండితుడు సాపేక్షసిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించి

న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతరీత్యా వివరింపసాధ్యముగాని యీవిపరీతసంచలనమును సులువుగా విశదీకరించెను. సూర్యునికి సన్నిహితముగానుండి ఆగోళముయొక్క ఆకర్షణబలమున కధికముగాల్సిన బుధగ్రహము తనకక్ష్యలో కేవలము సూర్యుని చుట్టను పరిభ్రమించుటయే గాక ఆకక్ష్యకూడ అల్పవేగముతో పరిభ్రమించుచున్నదనియును, తత్ఫలితముగనే బుధగ్రహము యొక్క ఆవిపరీతసంచలనము సంభవించుచున్నదనియును ఆయన వివరించెను. 22 వ చిత్రములో బుధగ్రహకక్ష్య పొందుచున్న యీమాపును తిలకింపవచ్చును.

## గ్రహస్థానములు

గ్రహకక్ష్య లెక్కవగా సాగియుండకపోయినను దీర్ఘవృత్తములే యగుటవలనను, ఆదీర్ఘవృత్తములలో కేంద్రమందు గాక కొంచెము ప్రక్కగానున్న నాభియందు సూర్యుడుండుట చేతను సూర్యునకు నొకగ్రహమునకు గల దూరములో కొద్ది మార్పు వచ్చుచుండును. కుజుడు సూర్యునకు మిక్కిలి చేరువగా నున్నపుడు కుజసూర్యుల మధ్యదూరము 14,87,00,000 మైళ్ళును, ఎక్కువదూరముగా నున్నపుడు వాని మధ్యదూరము 15,40,00,000 మైళ్ళును, కుజసూర్యుల సరాసరి మధ్యదూరము 14,17,00,000 మైళ్ళును ఉండును. ఒకగ్రహము సూర్యునకు మిక్కిలిచేరువగానున్నపు డవి నీచస్థితియందును, మిక్కిలి దూరముగానున్నపు డవి ఉచ్చస్థితియందును నున్నదని వచింతురని యిదివరకే పేర్కొనియుంటిమి.



ఫ్లూటోగ్రహకక్ష్యాతలము తప్ప మిగిలిన గ్రహములన్నింటి కక్ష్యాతలములను ఇంచుమించు క్రాంతివృత్తతలమందే యున్నవి. ఫ్లూటో గ్రహకక్ష్యాతలము మాత్రము క్రాంతివృత్తతలమునకు  $17^{\circ}$  ఏటవాలుగా నున్నది. క్రాంతివృత్తతలమున కెక్కువ యేటవాలుగానున్న తలముగల కక్ష్యగలవి ఫ్లూటోగ్రహమొక్కటే. అందుచేత ద్విధావిస్తృతమైన యొకపుస్తకముమీద సూర్యునిను ఆయాగ్రహములకును గల దూరముల ననుసరించి 'స్కేలు'నకు సరిగా దీర్ఘవృత్తములను గీసినచో నవి వేర్వేరుగ్రహముల కక్ష్యలను స్థూలముగా సూచించుననుటకు సందేహములేదు. ఈకక్ష్యలవెంబడి అపసవ్యదిశలో సూర్యుని చుట్టును గ్రహములు పరిభ్రమించుచున్నవి.

సూర్యునిను గ్రహములకును గల దూరములు స్థూలముగా నొక నియమము ననుసరించి యున్నవని టాటియస్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు కనుగొనెను. అదేనియమమును బోడేయను మరియొక విజ్ఞానకూడ స్వతంత్రముగా నన్వేషించి యెక్కువ ప్రచారములోనికి తీసికొని వచ్చుటచే బోడేనియమమని దానికి పేరువచ్చినది. ఈనియమము అంతసరియైనది కాదుగాని సూర్యునినుండి గ్రహములదూరములను జ్ఞప్తియందుంచుకొనుటకది బాగుగాఁజోడ్పడుననుటలో సందేహములేదు.

ఒకదానికొకటి రెట్టింపు ఉండునట్లు 0, 1, 2, 4, ... అనుక్రేణినివ్రాసి, దానిని 3 చే గుణించి, ఆవచ్చిన లభ్యములకు 4 ను కలుపుగా బోడే నియమము వచ్చును.

క్రమము

0, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256

3 చే గుణించి 4 ను కలుపగా

4, 7, 10, 16, 28, 52, 100, 196, 383, 772

అనుభూతుకు ఆ గుణము నెప్పుడు

నిజమైన సరాసరి దూరములు

3.9, 7.2, 10, 15.2, 27.7, 52.1, 95.4, 191.9, 300.7, 394.6

ఇందు '10' ని భూసూర్యుల నడిమిదూరముగా మనము పరిగణించినచో 4, 7, 16, 28, 52, 100, 196 లు క్రమముగా సూర్యునినుండి బుధుడు, శుక్రుడు, కుజుడు, ఆస్తిరాయి, గులు, గురుడు, శని, యురేనస్ గ్రహముల దూరములను స్థూలముగ సూచించును. నెప్ట్యూన్, ప్లూటో గ్రహముల విషయమునమాత్ర మినియమము తప్పినది.

భూసూర్యులమధ్యప్రదేశములో సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న బుధ, శుక్రగ్రహములకు అంతర్గ్రహములనియును, భూకక్ష్యకునెలుపల కక్ష్యల నేర్పరచుకొని సూర్యునిచుట్టును తిరుగుచున్న గ్రహములకు బాహ్యగ్రహములనియును పేర్లు.

భూమిననుసరించి అంతర్గ్రహములును, బాహ్యగ్రహములును పొందు వేర్వేరుస్థానములను 23 వ చిత్రమునుబట్టి గ్రహింపవచ్చును. ఏదైన నొకగ్రహము భూసూర్యులచిశ్చయందుండి, భూమిమాత్రము గ్రహమునకును సూర్యునకును నడుమ లేనపు డాగ్రహము యితి లేదా యోగమును పొందినదందురు.



భూమివచ్చినపుడు ఆ గ్రహము షడ్భాంతరమును సాదించిన దందుకు. షడ్భాంతరమనగా ఆరురాసులఅంతరము. అట్టి స్థితిలో సూర్యునకును బౌద్ధగ్రహమునకును ఆరురాసుల యంతరముండును. షడ్భాంతరమును పొందినపుడు గ్రహములు సూర్యాస్తమయముకాగానే యుదయించి, సూర్యోదయకాలమువరకును ఆకాశమున ప్రకాశించుచుండును.

భూసూర్యులకు లంబదేశలో బౌద్ధగ్రహ మున్నయెడల నది పాదస్థమున నున్నదందుకు. అప్పుడు గ్రహసూర్యులకు నడుమ మూడురాసుల యంతర ముండును. సూర్యునకు తూర్పునందు గ్రహమున్నపుడు జరుగుపాదస్థమును పూర్వపాదస్థమనియును, సూర్యునకు పడమటను గ్రహమున్నపుడు జరుగు పాదస్థమును పశ్చిమపాదస్థమనియును పేర్కొందురు. పూర్వ పాదస్థము యోగమునకు పూర్వము కలుగును; అప్పుడు గ్రహము సూర్యాస్తమయమునకు పూర్వమే యుదయించి సూర్యాస్తమయకాలమున యామ్యోత్తరరేఖపై నుండును. పశ్చిమపాదస్థము యోగము తరువాత సంభవించును. అప్పుడు గ్రహము సూర్యాస్తమయము తరువాత అర్ధరాత్రిసమయమున నుదయించి సూర్యోదయకాలమున యామ్యోత్తరరేఖపై నుండును. యోగసమయములో బౌద్ధగ్రహము సూర్యునితో నుదయించి సూర్యునితోనే యస్తమించుటవలన రాత్రి కాలమం దాకాశమున కానరాదు. అట్టిస్థితిలో గ్రహము అస్తమించియున్నదని వ్యవహరింతుము.

ఇక అంతర్గ్రహము న్యూనయోగకాలమందు భూసూర్యులనడుమనుండి సూర్యునితో నుదయించి సూర్యునితోనే

యస్తమింనుటచే రాత్రికాలమున ఆకాశమండు కాసరాదు. అంతర్గ్రహము తనకక్ష్యయందు చరించునపుడు అంతర్గ్రహ స్థానమును భూస్థానమునకు కలుపురేఖ ఆ అంతర్గ్రహకక్ష్యకు స్పర్శరేఖయైనచో నట్టిస్థితియందా యంతర్గ్రహము సూర్యుని నుండి గర్భిష్ఠదూరములో ఆకాశమున గోచరించును. అంతర గ్రహము సూర్యునకు తూర్పున గర్భిష్ఠదూరములోనున్నచో నది 'గ్రేటెస్టు ఈస్టరన్ ఈలాంగేషన్' ను పొందినదనియును, సూర్యునకు పశ్చిమమున గర్భిష్ఠదూరములోనున్నచో నది 'గ్రేటెస్టు వెస్టరన్ ఈలాంగేషన్' ను పొందిన దనియును పేర్కొందురు.

### భౌతిక పరిస్థితులు

గ్రహసూర్యుల దూరములకును గ్రహముల భౌతికపరిస్థితులకును అవినాభావ సంబంధమున్నది. గ్రహములకు సొంతముగా తేజ, ఉష్ణములు లేవనియు, సూర్యుని వలననే వానవి పొందుచున్నవనియు మనకు తెలిసినదే. అందుచేత సూర్యునికి చేరువగానున్న గ్రహములపైని తాపక్రమ మధికముగాను, దూరముగానున్న గ్రహములపై నల్పముగను నుండుట సహజము. ఇక సూర్యునకును గ్రహములకునుగల మధ్యదూరములమీదనే గ్రహములపై సూర్యుడు ప్రసరింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలములుకూడ నాధారపడియుండును. అందువలన గ్రహముల పరిభ్రమణవేగములలోకూడ వ్యత్యాసములు కలుగుచున్నవి. సూర్యునకు చేరువగానున్న గ్రహములపై సూర్యా

కర్షణబల మధికమగుటవలన వానిపరిభ్రమణవేగము లధికముగ నుండును ; సూర్యునికి చేరువగానున్న గ్రహముల కక్ష్యలు చిన్నవికూడ నగుటవలన వాని పరిభ్రమణకాలములు తగ్గును. అట్లే సూర్యునకు దూరముననున్న గ్రహముల పరిభ్రమణ వేగములు తక్కువ యగుటవలనను, వానికక్ష్యలు పెద్దవి యగుటచేతను, వానిపరిభ్రమణకాలము లెక్కువపరిమాణము గలవియైయుండును. ఇక నొకగ్రహముపై అది ఉచ్చస్థితియందున్న ప్రభుకంటె నీచస్థితియందున్న ప్రభు సూర్యుడు ప్రవర్తించు నట్టి యాకర్షణబలపరిమాణ మధికముగనుండును కాబట్టి ఉచ్చస్థితియందుకంటె నీచస్థితియందున్న ప్రభు గ్రహపరిభ్రమణ వేగ మధికముగ నుండును.

గ్రహము తన దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యనుబట్టి పోవుచు ఒకసారి చుట్టివచ్చెడి కాలమునకు గ్రహసంవత్సర మనిపేరు. పైని పేర్కొనిన కారణములవలన ఈకాలపరిమాణములు వేర్వేరు గ్రహములకు వేర్వేరుగా నుండును. సూర్యునినుండి గ్రహదూరము హెచ్చినకొలదియు దానిసంవత్సరపరిమాణ ముకూడ హెచ్చును. సూర్యునకును గ్రహమునకును గల దూరమునకును, గ్రహసంవత్సరపరిమాణమునకును గల సంబంధమును కెప్లర్ విజ్ఞాని కనుగొనెను. గ్రహసూర్యుల మధ్యదూరముయొక్క ఘనములు ఆగ్రహసంవత్సరముల వర్గములకు అనులోమానుపాతములో (దూ<sup>3</sup> : కాల<sup>2</sup>) నుండునని ఆనియమము తెల్లమొనర్చును.

గ్రహవేగము సంవత్సరముపొడుగున నేల్లు మారునో విశేషముచేయు నియమమునుకూడ కెప్లర్ శాస్త్రజ్ఞుడు చెప్పెను. ఏదైననొక గ్రహము తననియమితి దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యయందు సమానవ్యవధిగల కాలములలో సమానపరిమితిగల దూరములను చుట్టెను; కాని దానిని సూర్యునితో కలుపురేఖ సమానపరిమాణముగల కాలములలో సమానవైశాల్యములుగల క్షేత్రములను చుట్టును. కాబట్టి గ్రహపరిభ్రమణవేగ మెల్లప్పుడు సమానముగనుండక గ్రహము సూర్యునిసమీపించినకొలదియు సదికమగునని స్పష్టమగును. ఈవిషయమును భూమివిషయములో భూపరిభ్రమణమునుగూర్చి చర్చించినపుడు వివరించయుంటిమి.

సూర్యునకును గ్రహములకునుగల దూరములలోను, వాని పరిభ్రమణకాలములలోను, ఉపరితల తాపక్రమములలోను వ్యత్యాసము లున్నట్లుగనే వాని ద్రవ్యరాసులలోకూడ తేడాలున్నవి. గ్రహములలో కొన్ని భూమికంటె పెద్దవి; మరి కొన్ని చిన్నవి. గ్రహములలో మిక్కిలి తక్కువ ద్రవ్యరాశిగలది బుధుడు; మిక్కిలి యెక్కువ ద్రవ్యరాశిగలది గురుడు. బుధుని తరువాత క్రమముగా కుజుడు, శుక్రుడు, పుట్రాలో, భూమి, యురేనస్, నెప్ట్యూన్, శనిగ్రహములు పెద్దవి. గ్రహముల ద్రవ్యరాసులను పరిశీలించిన వో ఆశ్చర్యకరమైన విషయమొకటి వెల్లడియగును. గ్రహశ్రేణిలో గురుతమమైన గురు శని గ్రహములు రెండును మధ్యనుండి అక్కడినుండి శ్రేణియొక్క రెండుకొనలకును పోయినకొలది గ్రహములద్రవ్యసంచయములు క్రమముగా తగ్గును. రెండవ అనుబంధములో నిచ్చిన పట్టికను బట్టి గ్రహముల సాపేక్షద్రవ్యరాసులను తెలిసికొనవచ్చును.

గ్రహముల ఆకర్షణబలమునకును, వాని ద్రవ్యరాసులకును అవినాభావసంబంధమున్నదిగదా ! ఇక గ్రహవాతావరణముండములయొక్క, ఆవాతావరణముల సాంద్రత మున్నగు విషయములు ఆగ్రహముల ఆకర్షణబలములనుబట్టియును, వాని తాపక్రమములను బట్టియును ఉండును. చాలతక్కువ ద్రవ్యరాశియు ఎక్కువ తాపక్రమమునుగల బుధగ్రహమువంటివానికి వాతావరణముండుట కవకాశములేదు. ఇక ఎక్కువద్రవ్యరాశియు తక్కువ తాపక్రమమునుగల గురుగ్రహమునకు మిక్కిలి సాంద్రమును, దశమునునైన వాతావరణముండుట నిక్కవము. కాబట్టి జీవోత్పత్తికిని, జీవవికాసమునకును ఉష్ణము, స్వేచ్ఛాస్థితిగోనున్న కొన్నిరకముల వాయువులు అవసరమని భావించినచో గ్రహములలో నన్నియును జీవవికాసమున కనువుగా లేవని మనకు స్పష్టమగును. శాస్త్రజ్ఞులకు తెలిసినంతవరకు భూమిమీదగాక మరి యేగ్రహముపైనను జీవములేదు. జీవమనెడి మహత్తరసంపదను కలిగియున్నది భూమియొక్కటే. కుజగ్రహమందు జీవముండుటకు తగిన పరిస్థితులు కొన్నియుండుటచే అక్కడేదైన నొకరకము జీవముండిన నుండవచ్చునని కొందరుశాస్త్రకర్త లభిప్రాయపడుచున్నారు.

సూర్యకుటుంబమునుగూర్చి సంక్షిప్తముగా తెలిసికొనిన పిమ్మట దాని నమూనాను మన మూహించుకొనగల్గినచో ఎక్కువ ఉపయుక్తముగానుండును. మన వాసస్థానమైన భూమియొక కందిగింజ అనుకొందము. అప్పుడు సూర్యగోళము పెద్ద



గుమ్మడిపండుగంత ఉంచును. ఆపెద్దగుమ్మడిపండుగనకు 36 గజముల దూరములో ఒక చిన్నావగింజను పెట్టినచో నది బుధుని నిరూపించును. అట్లే సూర్యుని సూచించుచున్న పెద్దగుమ్మడిపండుగనకు 67 గజముల దూరమందున్న మరియొక కందిగింజ శుక్రగ్రహమును, 93 గజముల దూరమందున్న కందిగింజ భూమిని, 142 గజముల దూరమందున్న పెద్ద ఆవగింజ కజగ్రహమును, 483 గజముల దూరమందున్న పెద్దనిమ్మపండు గురుగ్రహమును, 880 గజముల దూరమందున్న మరెయొక చిన్ననిమ్మపండు శనిగ్రహమును, 1780 గజముల దూరముననున్న యొక రేగుపండు యురేనస్ ను, 2790 గజముల దూరమందున్న మరియొక రేగుపండు నెప్ట్యూన్ ను, 3680 గజముల దూరమందున్న సన్నావగింజ పుల్లతోను నిరూపించును. అప్పుడా పెద్దగుమ్మడిపండుచుట్టు నాయూగింజలు, కాయలు, పళ్ళు ఆయాదూరములలో నేయుండి ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నట్లు మనమూహింపవలెను. ఇదే స్థూలముగా సూర్యకుటుంబపు నమూనా. ఉపగ్రహములను, తోకచుక్కలను, ఉల్కలనుకూడ మనమందు చేర్చగలిగినచో సూర్యకుటుంబము సమగ్రముగా మనకన్నులకు కట్టినట్లుండును.



# సూర్యుడు

సూర్యకుటుంబములో ప్రధానమైనమూర్తి సూర్యుడు. సూర్యకుటుంబ గతినిశ్చలత కనసరమైన మహత్తరబలమంతయు ఆయనయందు కేంద్రీకృతమైయుండుటయేగాక సూర్యకుటుంబములోని గురురమూర్తులకు తేజఉష్ణములు ఆయనవలననే సమకూరుచున్నవి. కాని సూర్యకుటుంబమునుదాటి అంత రాశిములోనికి దూరముగాపోయి చూచినచో బహుశసంఖ్యాకములైన నక్షత్రములలో నొకనక్షత్రముగనే సూర్యుడుకూడ గోచరించును. వాస్తవమునకు సూర్యుడొక నక్షత్రమే. నక్షత్రములందెల్ల భూమికి మిక్కిలి దగ్గరగానున్న నక్షత్రము సూర్యుడు. భూసూర్యులనడిమిదూరము 9,30,05,000 మైళ్ళు. భూమికి దగ్గరగానున్న ఆ తరువాతి నక్షత్రము ప్రోక్సిమా సెంటార్. భూమినుండి దానిదూరము సుమారు 25,00,000,00,00,000 మైళ్ళు; అనగా భూసూర్యులమధ్య దూరమునకు రమారమి 2,70,000 రెట్ల దూరములో నది యున్నది. సూర్యుడిట్లు భూమికి దగ్గరగా నుండుటచేతనే తీక్షణకరుడై ప్రకాశించుచున్నాడు ; బింబపరిమాణయుతుడై ప్రత్యక్షమగుచున్నాడు. కాని నిజముగా మినుకుమినుకుమని ప్రకాశించుచు చుక్కలవలె కనిపించుచున్న నక్షత్రములలో పెక్కింటికంటె సూర్యుని పరిమాణమును, దీప్తియును తక్కువే.

విశ్వమందలి కోటానగోట్లనక్షత్రములలో సూర్యుడు కూడ నొక నక్షత్రమేయైనను భూమిపైనున్నజీవుల కాయన యాధారముకాబట్టి మనకాయనయెడల గౌరవము మెండు.

భగవంతునిగా నొనర్చి ఆయనకు పూజలుపైతము మనము చేయుచున్నాము. సామాన్యమానవులకంటెనుకూడ సత్యాన్వేషణాశీలుడైన విజ్ఞానులకు సూర్యశింకను పూజనీయుడు. విశ్వవిజ్ఞానపిపాసువులై గగనతలము నవేక్మించుచున్న ఆశాస్త్రి వేత్తలకు అండయై, మార్గదర్శియై ఆయన యుండుటయే అందుకు హేతువు.

## ద్రవ్యము

సూర్యకుటుంబములోని మూర్తులనన్నిటిని తనచుట్టను త్రిప్పకొనగలిగినబలము తన మహత్తరద్రవ్యరాశిచే సూర్యునకు సమకూరుచున్నది. ఆయన యొక బృహద్గోళము. భూమికిని సూర్యునకును గల అధికదూరమునుబట్టి కొన్ని అంగుళముల వ్యాసముగల బింబముగమాత్రమే ఆయన గోచరమగుచున్నను, సూర్యగోళవ్యాసము భూగోళవ్యాసమునకు రమారమి 109 రెట్లు హెచ్చు. సూర్యగోళవ్యాసము 8,66,600 మైళ్ళు. భూగోళవ్యాసము 7,916 మైళ్ళే. ఇక ఘనపరిమాణమందు భూగోళముకంటె సూర్యగోళము 12,95,000 రెట్లు పెద్దది; భూతలవైశాల్యముకంటె సూర్యగోళ తలవైశాల్యము 11,880 రెట్లు హెచ్చు. సూర్యగోళద్రవ్యరాశికూడ మిక్కిలి యెక్కువ. భూగోళద్రవ్యరాశికి రమారమి 3,31,100 రెట్లు సూర్యగోళద్రవ్యరాశి యున్నది.

కొన్ని గ్రాముల ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుయొక్క ఆకర్షణ బలముతో భూమ్యాకర్షణబలమును పోల్చి భూగోళద్రవ్యరాశి నెట్లు కనుగొనగలుగుచున్నామో, అట్లే భూమ్యాకర్షణ

బలముతో సూర్యాకర్షణబలమును పోల్చి సూర్యగోళ ద్రవ్యరాశిని తెలిసికొనవచ్చును. సూర్యాకర్షణబలపరిమాణము భూమిని చాక క్షయించు తిరుగునట్లు చేయుటకు సరిగ్గ సరి పడియున్నది. ఇక చంద్రుడు తనకక్ష్యలో భూమిచుట్టును తిరుగుచుండుటకు కారణము భూమి చంద్రునిపై ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలమేకదా ! భూర్యాకర్షణబలపరిమాణము కూడ చంద్రుని తనకక్ష్యలో తిరుగునట్లు చేయుటకు సరిగ్గా సరిపడిమాత్రమే యున్నది. భూచంద్రకక్ష్యల వ్యాసార్థములను బట్టియును, ఆకక్ష్యలలో భూచంద్రులపరిభ్రమణవేగములను బట్టియును సూర్యయొక్కయు, భూమియొక్కయు సాపేక్ష ఆకర్షణబలములను, తన్మూలముగా వాని సాపేక్ష ద్రవ్యరాసులను గణింపవచ్చును. భూద్రవ్యరాశియెంతయో మనకు తెలిసియేయున్నది. కాబట్టి సూర్యనిద్రవ్యరాశిని చిన్న లెక్కజేసి సులువుగా కనుగొనవచ్చును.

భూగోళముకంటె సూర్యగోళము ఘనపరిమాణము నందు 12,95,000 రెట్లు పెద్దదిగా నున్నను, సూర్యగోళద్రవ్యరాశి భూగోళద్రవ్యరాశికి 3,31,100 రెట్లు మాత్రమే అధికముగనున్నది. దీనినిబట్టి సూర్యగోళసాంద్రత భూసాంద్రత కంటె తక్కువ యని మనకు స్పష్టమగును. భూమిసరాసరి సాంద్రత ఘనశతాంశమిటువలనకు 5.527 గ్రాములు ; కాని సూర్యునిసాంద్రత ఘనశతాంశమిటువలనకు 1.39 గ్రాములే !

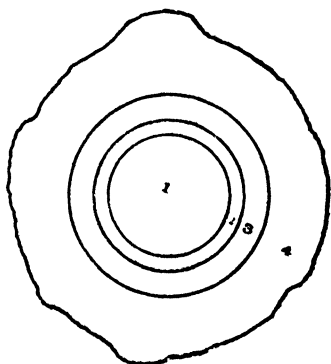
పై అంకెలను పరీక్షించినయెడల సూర్యుడు చాల తేలికయైనగోళమని మనకు స్ఫురింపకపోదు. భూగోళపరి

మాణము సూర్యగోళపరిమాణమంతె యుండియున్నయెడల  
 అప్పుడు సూర్యగోళము భూగోళముకంటె నాలుగింతలు తేలి  
 కగ నుండుననకూడ మనకు స్పష్టమగును. సాపేక్షముగా  
 సూర్యుడింత తేలికగానుండుటకు కారణము సూర్యగోళమధిక  
 తాపక్రమస్థితియందుండుటయే. నీరు బరువైనదేయైనను నీటిని  
 తస్తపరచుటచే నేర్పడిన ఆవిరి తేలికయైనది. దీనికి కారణము  
ద్రవరూపముననున్న నీటిలో అణువులు చాల దగ్గరగనుండును.  
 నీటిని వేడిచేసిన వెంటనే నీటియందలి అణువులు ఉష్ణశక్తిని  
గ్రహించి, అధికశక్తి సమృద్ధిములై, అధికవేగముతో అటునిటు  
పరుగిడుచుండును ; తత్ఫలితముగా అణువునకును అణువునకును  
 గల దూరము అధికముకాదా, ఆవిరిసాంద్రత నీటిసాంద్రత  
కంటె బాగుగా క్షీణించును. ఒక గ్రాము ద్రవ్యసంచయము  
 గల నీరు ఒక ఘనశతాంశమీటకు పరిమాణమును ఆక్రమించు  
 చుండ దానిని వేడిచేయుటచే నేర్పడిన యావిరి సుమారు  
 1720 ఘనశతాంశమీటకుల పరిమాణము నాక్రమించును.  
 అయినచో నీటియందుకంటె ఆవిరి యందలి అణువులెంత  
పలుచనైయున్నవో, నీటిసాంద్రతకంటె ఆవిరిసాంద్రత యెంత  
తక్కువై యుండునో మన మూహించుకొనవచ్చును. దీనినిబట్టి  
 సూర్యుని అల్పసాంద్రతకు కారణము సూర్యగోళతాపక్రమ  
 మత్యధిక మగుటయే యనుటలో సందేహములేదు. ఈ యధిక  
 తాపక్రమమువలన సూర్యగోళములోని ద్రవ్యమంతయు వాయు  
రూపమును పొందుచున్నది. కాని సూర్యగోళమందలి వాయు  
వులకును, భూగోళమందలి వాయువులకును స్వభావములో

చాల వ్యత్యాసము గలదు. భూగోళమందున్నట్లు సూర్యగోళమందవి తటస్థస్థితిలో నుండలేవు. ఈవాయుచల ప్రేషము సూర్యగోళములో ఉపరిభాగమునుండి కేంద్రమువైపునకు పోయినకొలదియు అధికమగును. తత్ఫలితముగా సూర్యగోళములోని ద్రవ్యసాంద్రతకూడ గోళమందంతటను సమానముగా నుండక కేంద్రమువైపు పోయినకొలదియు హెచ్చును.

నిర్మాణము

భూగోళమువలెనే సూర్యగోళముకూడ అంతటను సమానసాంద్రతను కలిగియుండలేదుగదా. అందువలన



24 వ చిత్రము

- 1 - గర్భము. దీని ఉపరితలమే దీప్తావరణము
- 2 - పరివర్తకస్తరము
- 3 - వర్ణావరణము
- 4 - మట్టము

సాంద్రతా భేదములను బట్టి భూగోళమును వాతావరణము, శిలావరణము, భారావరణము, ఉష్ణావరణము అను ఆవరణములుగ విభజించినట్లే సూర్యగోళమునుకూడ కొన్ని ఆవరణములుగమనము విభజింపవచ్చును. సూర్యగోళకేంద్రములో ఏక కేంద్రకమైయున్న గోళభాగమునకు గర్భమని పేరు. దీనిపైని వరుసగా దీప్తావరణము, పరివర్తకస్తరము, వర్ణావరణము, మట్టము— అను నాలుగవరణ లున్నవి.

తీక్షణముగా ప్రకాశించుచున్న సూర్యుని మనిబొచ్చిన గాఢాఫలకము ద్వారమున చూచినపుడు కనపడు వలయాకార సూర్యగోళభాగమే దీప్త్యావరణము. కొన్ని కోట్లమైళ్ళు దూరమునుండి అవేక్షించుటచే నన్నది వలయాకారపురేఖవలె గోచరమగుచున్నది గాని వాస్తవముగా నది కొన్నివందలమైళ్ళు మందముగల ఆవరణము. మనకు కనపడు సూర్యగోళావరణము లో ఇదియే యెక్కువ దీప్తిమంతమైనది. దీనితాపక్రమము రమారమి  $6000^{\circ}$  (శ)

దీప్త్యావరణమున కడుగున మరుగుపడి సూర్యగోళగర్భమున్నది. భూపటలమున కడుగుననున్న ఉష్ణావరణాది భూమ్యావరణ తేరితిగ ప్రత్యక్షానుశీలనమునకు లోనుగావో ఆరితిగనే దీప్త్యావరణము మరుగుననున్న సూర్యగోళగర్భము కూడ ప్రత్యక్షపరిశీలనమునకు చిక్కదు. అందుచేత దాని స్వభావమును ఆనుమానికముగా నరయవలయును.

భూగర్భమునకు పైనున్న పొరల బరువువలన భూగర్భమందలి ద్రవ్య మణికప్రేషమునకు లోనయియున్నదని మనకు తెలిసినవిషయమే. భూకేంద్రసమీపమందలి ద్రవ్యముపై ప్రేషము చతురపు సెంటీమీటరునకు రమారమి 100,000,000 పౌనులుండును. ఇట్టి అణికప్రేషముచే పీడింపబడుచున్నను భూగర్భమందు ఘన, ద్రవస్థితిలందున్న ద్రవ్యములు తమ స్వస్థితిని గోల్పోవుటలేదు. ఇక సూర్యగోళద్రవ్యరాశి భూగోళద్రవ్యరాశికి రమారమి 3,31,100 రెట్లు హెచ్చుగనున్నది. కాబట్టి సూర్యగోళగర్భమందలిద్రవ్యము లోనగు ప్రేషము అమే

యముగ నుండును. భూగోళగర్భమందలి ప్రేషమున కీ ప్రేషము రమారమి 1,00,000 రెట్లుండునని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనినారు. సామాన్యమున ద్రవపదార్థము లీవిధరీత ప్రేషమును భరింప జాలవు. అందుచేత భూగోళనిర్మాణమువలనే సూర్యగోళ నిర్మాణముకూడ ఉండియున్నయెడల ఇదివరకే యెన్నడో సూర్యగోళము భగ్నమైయుండెడిది. కాని అదియట్లు కాలేదు; పైగా రమారమి 50,00,00,000 సంవత్సరములనుండి నేడున్న విధముననే, ఇంచుమించు నేడున్న పరిమాణమందే అదియున్నది. కాబట్టి సూర్యగోళమందలి ద్రవ్యము భూగోళమందలి ద్రవ్యమున్న స్థితిలో లేదనుట స్పష్టము. సూర్యగోళగర్భమందలి ద్రవ్యము అత్యధికతాపక్రమస్థితియందున్న నే అమేయమైన ప్రేషమునకు లోనయియున్నను సూర్యగోళము భగ్నము కాకుండ స్థిరముగా నుండుట సాధ్యమగును. సూర్యగోళగర్భ తాపక్రమమెంతయున్నయెడల అది ఆవిధరీత ప్రేషస్థితిలో స్థిరముగా నుండుటకు సాధ్యమగునో పైద్ధాంశికముగా గణించి సూర్యకేంద్రమువద్దతాపక్రమము రమారమి 2,00,00,000° (శ) ఉన్నదని నిర్ణయించినారు !

సూర్యగోళగర్భమందున్న 2,00,00,000 అంశల తాపక్రమమును మనమూహించవైనను ఊహించలేము ! కణకణ ముండుచున్న చింతనిప్పుల తాపక్రమమున కది రమారమి పది వేల రెట్లుండును !! ఈ అధికతాపక్రమమువలనను, విధరీత ప్రేషమువలనను సూర్యగోళగర్భమందున్న ద్రవ్యము తటస్థ స్థితిలో నుండలేదు. భూగోళపరిస్థితులందు సామాన్యముగా పరిమాణుకేంద్రకములచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న ఎలక్ట్రానులు



సూర్యగోళమందు పగమూడు కేంద్రకములునుండి మూరముగా నెగురగొట్టబడును; అందువలన పగమూడు కేంద్రకములును, ఎలట్టైననును వేగవి వేర్వేరుగా అక్కడనుండును. 'సూర్య గోళము ఎలట్టైనను, కేంద్రకముల కూర్పు' అని ఎడ్డింగ్టన్ ప్రభృతిశాస్త్రజ్ఞులు ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంత మిందులకునుగుణ మైనదే.

సూర్యగోళగర్భమందలి ద్రవ్యములో నూటికి ఒకపాలు ఆక్సిజని, నైట్రోజని, కార్బనులును, నూటికి సుమారుొకపాలు ఇనుమునంటి భారయుతమూలద్రవ్యములును, నూటికి అయిదు పాళ్ళవరకు హీలియమ్ను, మిగిలినభాగము హైడ్రోజనియును ఉన్నవి. కాని అక్కడి విషరీత పరిస్థితులలో ఈమూలద్రవ్య కేంద్రకములు స్తబ్ధముగా నుండలేవు. అవి ఉత్తేజితములై ఒకదానితోనొకటి ఢీకొనుచుండును. తత్ఫలితముగా అక్కడి ద్రవ్యము మూలద్రవ్యపరివర్తన మొందుచున్నది.

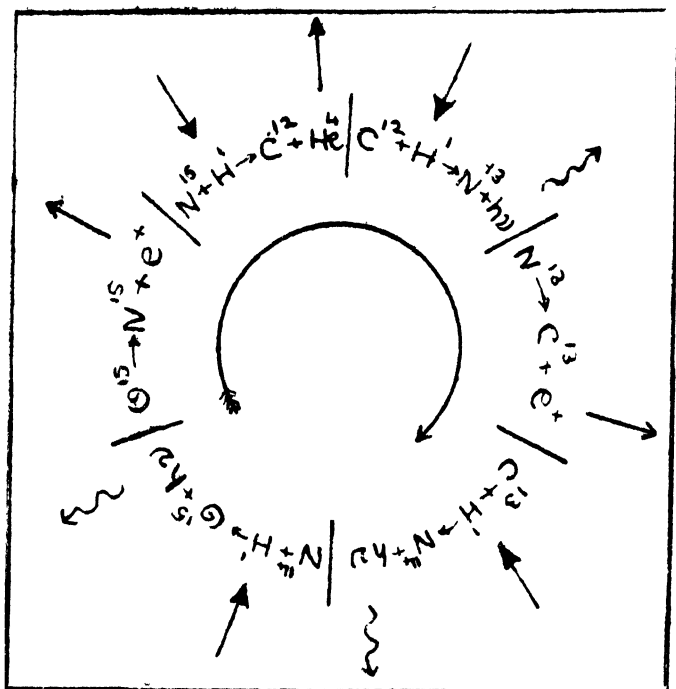
సూర్య శక్తి

సూర్యగోళగర్భమందలి ద్రవ్యము మూలద్రవ్యపరివర్తన మొందుటలో అమేయమైనశక్తి విడుదలయగుచున్నది. సూర్యు డవిచ్చిన్నముగా ప్రదేశములోనికి ప్రసరించుచున్న తేజఃఉష్ణ శక్తుల కదియే మూలము. ఈప్రక్రియ యేవిధముగా సంభవింపుచున్నదో బెథే, నైక్షేకర్ శాస్త్రజ్ఞు లిటీవలనే సమగ్రముగా వివరించిరి.

సూర్యగోళగర్భమందు 1 భారముగల హైడ్రోజని కేంద్రకము 12 భారముగల కర్బన కేంద్రకముతో సంఘర్షించి,

చివర 12 ధారముగల సమస్థానీయ నైట్రోజని కేంద్రకముగామానును. ఈవిధముగా కర్బన కేంద్రకము నైట్రోజని కేంద్రకముగా పరిణామము చెందుటలో కొంతపరమాణుశక్తి విడివడి అల్పతమ తరంగదైర్ఘ్యముగల గామాకిరణరూపములో వికిరణమగును. కాని 13 ధారముగల నైట్రోజని కేంద్రకము స్థిరమైనదికాదు. అందుచేత ఆఅస్థిరతను వద్ద స్థైర్యమును పొందుటకై ఆనైట్రోజని కేంద్రకము ఒక ప్రోటాను విసర్జించి 13 ధారముగల కర్బనసమస్థానీయ కేంద్రకముగా మార్పునొందును. అయితే 13 ధారముగల కర్బన కేంద్రకముకూడ స్థిరరచనకలది కాదు. అందుచేతని స్థిరస్థితిని పొందుటకై ఆరాటుపడి, ఒక హైట్రోజని కేంద్రకమును కబళించి, 14 ధారముగల నైట్రోజని కేంద్రకముగా మార్పునొందును. ఈమార్పులో తిరిగి కొంతపరమాణుశక్తి విడివడి గామాకిరణరూపములో ప్రసారితమగును. ఆపిమ్మట 14 ధారముగల నైట్రోజని కేంద్రకము తిరిగి మరియొక ప్రోటానుకోడికొని, దానిని కబళించి 15 ధారముగల అస్థిరఆక్సిజనిసమస్థానీయ కేంద్రకముగా మార్పునొందును. ఈసందర్భములోకూడ పరమాణుశక్తి విడివడి గామాకిరణరూపములో ప్రసారితమగును. 15 ధారముగల అస్థిరమైన ఆక్సిజని కేంద్రకము ఆస్థితిలో స్థిరముగానుండుట యసంభవముగదా ! వెంటనే అది తన కేంద్రకమునుండి యొక ప్రోటానును ప్రోక్షించి, 15 ధారముగల సుస్థిర నైట్రోజనిసమస్థానీయ కేంద్రకముగా పరిణామమొందును. చిట్టచివరగా

ఈ 15 భారముగల నైట్రోజన్ కేంద్రకము ఒక హైడ్రోజన్ కేంద్రకముతో సమ్మేళనమొంది, ఆనెంటనే లిథియమ్,



25 వ చిత్రము

నూత్రోనిలో శక్తిజనించుటకు కారణభూతమైన ఆవృత్త కేంద్రక ప్రక్రియ. కర్బన కేంద్రకములుగా విచ్ఛిన్నమగును. ఈ కర్బన కేంద్రకము ప్రక్రియప్రారంభముతో హైడ్రోజన్ కేంద్రకమును కలుపించిన కర్బన కేంద్రకమే. కాగా నాలుగు హైడ్రోజన్ కేంద్రకములు

కలిసి ఒక హీనియమ్ కేంద్రముగా కర్చన, నైట్రోజని కేంద్రముల సాహాయ్యమున సూర్యగోళగర్భమందు పరివర్తన మొందుచున్నచున్నను, ఆరందర్భములో వేరువేరు దశల యందు మహత్తరమైన పరిమాణశక్తి గామా కిరణజాల రూపముతో బహుత్వమగుచున్నదనియును, అనియే సూర్యుని తేజఃస్థశక్తులను మూలమనియును జెఫే, నైక్షేఖిర్ శాస్త్రజ్ఞులు పేర్కొనిరి.

సూర్యగోళగర్భమందు మూలద్రవ్యపరివర్తన ఫలితముగా గామాకిరణరూపముతో విడుదలయైన శక్తి అమేయముగ నుండును. ఈశక్తియంతయు ప్రదేశములోనికి వికీర్ణమైన యెడల భూమ్యాదిగ్రహములను చేరుకొనిన మరుక్షణమున అవి భస్మీపటలము కావలసినదే. కాని సూర్యగోళగర్భము కంటె తక్కువ తాపక్రమమందున్న పైపొరలు ఈయద్రవము సంభవింపకుండ అతికట్టి చాలతక్కువ పరిమాణముగల శక్తిని మాత్రమే విడుదలచేయుచున్నవి. సూర్యుని దీప్త్యావరణము నుండి అనవరతము ప్రదేశములోనికి వికిరణమగుచున్న శక్తికి సమానముగా ఈశక్తియుండును. సూర్యగోళగర్భమందు మూలద్రవ్యపరివర్తనఫలితముగా నాదితో సుద్భవించిన శక్తి గామా కిరణరూపముతోనున్నను, ఆతరువాత సూర్యుని దీప్త్యావరణమును చేరుకొనుసరికిది అధికతరంగదైర్ఘ్యములుగల వికిరణములుగా మారి తేజఃస్థశక్తులుగా దీప్త్యావరణముచే ప్రసారితమగుచున్నది.

## దీప్త్యావరణము

సూర్యగోళములో ఎక్కువగా అనుశీలింపబడిన మండలము దీప్త్యావరణము. దూరదర్శిని సాహాయ్యమునగాక వట్టి కంటితోమాత్రమే అవేక్షించినయెడల దీప్త్యావరణమంతటను సమానకాంతి తీక్షణతను కలిగి యుండునట్లు గోచరించును. కాని దూరదర్శినితో నవేక్షించినప్పుడు సాపేక్షముగా కాంతి హీనములైన ప్రదేశములక్కడక్కడ మచ్చమచ్చలవలె దృగ్గోచరమగును. ఈకాంతిహీనమైన ప్రదేశములను సూర్యాంకములని పేర్కొందురు. సూర్యాంకములచెంత దీప్త్యావరణముకంటె కూడ హెచ్చుకాంతిమంతమైన ప్రదేశములు కొన్నియున్నవి. వీనికి స్లోహ్యులిని పేరు. సూర్యగోళపుటంచులందే యివి సామాన్యముగా మనకు గోచరమగును. సూర్యాంకములను, స్లోహ్యులిను లేని దీప్త్యావరణభాగమైనను, దూరదర్శినితో చూచినప్పుడు సమానకాంతి తీక్షణతతో గోచరముకాదు. మొత్తములవలెనున్న యెక్కువకాంతిమంతమైన భాగములు దీప్త్యావరణమంతయు వ్యాపించియుండును. వీనిలో నొక్కొక్కదాని వ్యాసము సగమున 700 మైళ్ళుండును ; వీనిమొత్తము వైశాల్యము దీప్త్యావరణ వైశాల్యముతో మూడవవంతువరకు నుండును. దీప్త్యావరణములో మొత్తములవలెనున్న భాగములు అని లేని భాగముల కంటె యెక్కువ దీప్తిమంతమైనవగుటవలన దీప్త్యావరణపు సరాసరి తాపక్రమముకంటె వీనితాపక్రమము రమారమి 150 అంశలవరకును ఎక్కువగనుండునని శాస్త్రజ్ఞులు లెక్కపెట్టిరి. ఈ మొత్తములవలెనున్న భాగములు కొన్నిముసముల కంటె

నెక్క-పాకాలము నిలిచియుండవు. ఒక్కొక్క-భాగము నశించిన వెంటనే ఆనెక్క-నేయట్టివి మరిలమరిల నేర్పడుచుండును.

సూర్యకాంతిని పట్టకద్వారమున పంపి, వెలుపలికివచ్చిన కాంతిని తెల్లనిగోడపై పడునట్లు చేసినయెడల ఊదా మొదలు ఎరుపు వరకునుగల వర్ణములు ఒకదానిని చేరి మఱొకరి గోడపై మాలగా గోచరమగును. ఇట్టిదానికి అఖండ వర్ణమాల యనిపేరు. జ్వలనస్థితియందున్న ఘనద్రవపదార్థములును, కొన్ని సందర్భములలో వాయువులునుకూడ ఇట్టి వర్ణమాలల నేర్పరుచును. అఖండవర్ణమాలను కలుగజేయుచున్న కాంతియుత్పత్తిస్థానముచుట్టును ఆయుత్పత్తిస్థానముకంటె తక్కువతాపక్రమముగల వాయువును పొరగా కల్పించి, ఆపొరద్వారమున దూసికొనవచ్చిన కాంతిని వర్ణమాలాదర్శినితో పరీక్షించినయెడల అఖండవర్ణమాలయందు నిట్టనిలువుగాకొన్ని కాంతిహీనమైన రేఖలు వేర్వేరు వర్ణముల భాగములలో కనపడును. వీనిస్థానములు తేజఉత్పత్తిస్థానము చుట్టునున్న వాయువునందలి మూలద్రవ్యములనుబట్టి యుండును. ఆవాయువు కేవలము సోడియముబాష్పము మాత్రమే యైనయెడల పసుపువర్ణ భాగములో రెండుగాఢమైన నల్లని రేఖలు గోచరమగును ; పాదరసబాష్పమైనయెడల ఆరుపచ్చ, నీలి భాగములలో నల్లనిరేఖ లేర్పడును. అట్లే వేర్వేరు మూలద్రవ్యములవలన వేర్వేరు ప్రదేశములలో నల్లనిరేఖలు కలుగును. ఇట్టివర్ణమాలను శోషణవర్ణమాల యనిపేరు. శోషణవర్ణములలోని నల్లనిరేఖలను ఫ్రాంకోహార్ఫర్ రేఖలనుపేరుతో

వ్యవహరింతుడు. వర్ణసూత్రాల్లో ఫ్రాక్టూహోఫర్ రేఖలస్థానము లేజ ఉత్పత్తి స్థానము నావరించుచున్న వాయుస్థలనుబట్టియుండును. కాబట్టి ఒకవర్ణసూత్రముందలి అట్టిరేఖలనుబట్టి ఆవర్ణసూత్రము కలుగజేసిన లేజఉత్పత్తి స్థానము చుట్టును ఏయే మూలద్రవ్యముల బాష్పములున్నవో తెలిసికొనవచ్చును.

సూర్యకాంతిని వర్ణసూత్రాలాదిస్థితి వ్యవస్థనుపరిపరిచి పరీక్షించినయెడల శోషణవర్ణమాల మనకు కానవచ్చును. అందుచేత సూర్యగోళములో అధికతాపక్రమమును కలిగియున్న దీప్త్యావరణము అఖండవర్ణమాలను కలుగజేయుచున్నదనియును, దీప్త్యావరణమును పరివేష్టించియున్న పరివర్తకస్తరము సాపేక్షముగా కొంతతిక్కువతాపక్రమమందుండి, సూర్యవర్ణమాలలో నల్లని ఫ్రాక్టూహోఫర్ రేఖ లేర్పడుటకు కారణభూతమగుచున్నదనియును ఊహించవలసియున్నది. దీప్త్యావరణము నుండి ప్రసరితమైనకాంతి భూమిని చేరకుండ సంపూర్ణసూర్యగ్రహణసమయములో చంద్రుడు దరికట్టుచుండుటవలన అఖండవర్ణమాలపై నల్లనిరేఖ లేర్పడక ఆ నల్లని రేఖలస్థానములో దీప్తిమంతమైన వేర్వేరు వర్ణములరేఖలు గోచరమగును. దీనిని బట్టి సూర్యవర్ణమాలలోని ఫ్రాక్టూహోఫర్ రేఖలు పరివర్తకస్తరమువలననే యేర్పడుచున్నవన్నది నిస్సంశయము.

### సూర్యాంకములు

దీప్త్యావరణమందలి తక్కువ కాంతిమంతమైన ప్రదేశములే సూర్యాంకములు. సూర్యాంకములనుగూర్చి చాలకాలముక్రిందటనే చైనాదేశీయులు తెలిసికొనియున్నారనుటకు

నిదర్శనము లున్నవి. మనపురాణములలోకూడ కొన్ని చోట్ల వీని ప్రస్తావన లేకపోలేదు. కాని కేవలీయో శాస్త్రజ్ఞుడు దూర దర్శిని నిర్మించువరకును వీనిని గురించి సుస్పష్టమైన భావము లేనాకినీలేవు. గతశతాబ్దమునుండి జరుగుచున్న తీవ్రపరిశోధనలవలన వీనిని గూర్చిన జ్ఞానము బాగుగా పెచ్చినది.

సూర్యాంకములలో నొకదానిని ప్రత్యేకించి, జాగ్రత్తగా పరిశ్రమించినయెడల దానిలో ఇంచుమించు మధ్యభాగమున గాఢ తమోమయమగు కృష్ణవర్ణప్రదేశము కనిపించును. దీనికి పూర్వచ్ఛాయ యని పేరు. ఈ పూర్వచ్ఛాయను చుట్టి పేలవమైన కృష్ణవర్ణప్రదేశ ముండును. దీనికి ఖండచ్ఛాయ యని సాంకేతికనామము. అయితే అన్ని సూర్యాంకములందును ఈ భాగమును తప్ప సరిగా నుండునని చెప్పలేము. ఒక్కొక్కపుడు కొన్ని సూర్యాంకముల పూర్వచ్ఛాయలను పరివేష్టించి ఒకే ఖండచ్ఛాయ యుండును.

దీప్త్యవరణమందలి తక్కువ కాంతిమంతమైన ప్రదేశములను 'సూర్యాంకములు అనగా మచ్చలు' అని చులుకనగా మనము పేర్కొనినను వాని వైశాల్య మొక్కొక్కపుడు భూవైశాల్యముకంటె నెన్నో రెట్టిధికముగ నుండును. సూర్యాంకములు విశిషిగా గాక సమూహములుగనే సామాన్యముగా గోచరమగును. విశిగా నొక సూర్యాంక మెన్నజైన కనపడినయెడల అనియొక సూర్యాంకసమూహముయొక్క అవశేషమే యని మనము గుర్తించవలెను. 1946 సంవత్సరము జనవరి 29 న కేదీ సూర్యగోళచురూపుఅంచున కనపడిన సూర్యాంక సమూహము 570,00,00,000 చతురపుమైళ్ళ వైశాల్యమునకు



వ్యాపించినది. దూరదర్శిని నిర్మింపబడినదిమొట్టమొదట అవేక్షితమైన సూర్యాంకసమూహములలో ఇదియే నిర్మింపబడి పెద్దది. 1947 ఫిబ్రవరి 5 నుండి మే నెల 7 వరకును కనపడిన సూర్యాంక సమూహముకూడ ఇంచుమించు ఇంత పెద్దదే. ఇట్టి పెద్ద సూర్యాంకములు వార్షికంట్లోకి వైతము కనపడును. కాని దీప్త్యావరణమందు తరచుగా నేర్పడు సూర్యాంకములు చాల చిన్నవిగా నుండును.

సూర్యాంకముల వైశాల్యమందు భేదమున్నటులనే వాని జీవితహానికాణమందును భేదముండును. కొన్నిచిన్న సూర్యాంకములు బుద్బుద్ధప్రాయముకై పుట్టిన మహిక్షణముననే నశించిపోవును. గంటలు, దినములు, నెలలకూడ నశింపకుండునున్న యంకము లనేకము లున్నవి. కాని నెలదినములకంటె ఎక్కువకాలముండునట్టి యంకములు చాలతక్కువగా నుండును. 1840 లో మాత్రము 18 నెలల వరకునున్న సూర్యాంకసమూహము నొకదానిని శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించి యుండిరి. ఇంతవరకు ఇదియే గరిష్ఠజీవితపరిమాణమును కలిగియున్న సూర్యాంకసమూహమునలె కొన్నించుచున్నది. 1946 జనవరి 29 తేదీని కనిపించిన అంకసమూహము 99 దినములున్నది.

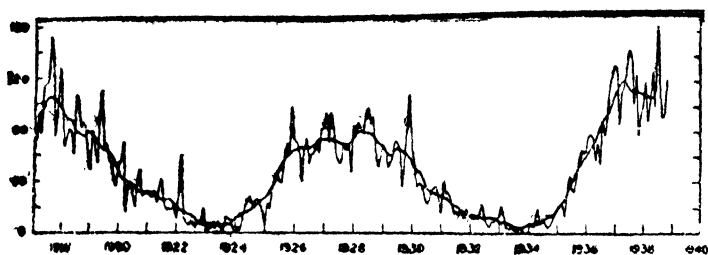
సూర్యాంకసమూహములు పెంపొందుగీతియును, నశించుగీతియుకూడ చాలచిత్రముగనేయుండును. సాధారణముగా అంకములన్నియును వేగముగా నృచ్ఛించెడి, నెమ్మదిగా నశించునని విల్సన్ పర్యంత వేధశాలకు చెందిన ఆచార్యుడు నికల్ సన్ వదించెను. పెద్దదిగా విస్తరించునట్టి అంకసమూహమునందు

సామాన్యముగా రెండుచిన్న అంకరాసులుండును. ఈ రెండు రాసులును ఇంచుమించు ఒకే అక్షాంశమందుండును గాని వాని నడుమమాత్రము 4, 5 అంశలయెడముండును. ఈ రాసులలో పడమటనున్న దానిని అగ్రగామిరాశియనియును, తూర్పుననున్న దానిని అనుసారిరాశియనియును మనము పేర్కొనవచ్చును. ఈ రెండు రాసులును పెద్ద అంకసమూహముగా పెంపొందుటయే రూఢమైనయెడల, మొదటివారములోనే సామాన్యముగా నవి హెచ్చుచైశాల్యమును బడయును ; ఆ సమయములో వానినడిమిదూరముకూడ రమారమి 10 అంశలవరకును (రేఖాంశలు) హెచ్చును. ఆ సమయములో సాధారణముగా నీ రెండు ప్రధానాంకరాసులకును నడుమ చిన్న చిన్న అంకములనేకము లేర్పడుచుండును. కాని యివి చాల అస్థిరమైనవి.

సూర్యాంకసమూహము గరిష్ఠవిస్తృతినిపొందినపిమ్మట అనుసారిఅంకరాశి క్రమముగా చిన్న చిన్న రాసులుగా విడిపోయి, నశించిపోవును. ఆ సమయములో అగ్రగామిరాశికూడ తన్ను అనుసరించియున్న చిన్న చిన్న అంకములను గోల్పోయి, వర్తులమగు ఏకాంకముగా పరివర్తన మొందును. ఆ తరువాత నదికూడ క్రమముగా విస్తృతి తగ్గుటవలన నశించిపోవును.

సూర్యాంకములు సంఖ్యావిషయమునకూడ నెల్లప్పుడును సమానముగ నుండవు. ఒకమాసముకంటె మరియొక మాసములో వానిసంఖ్య క్రమముగ హెచ్చి, గరిష్ఠపరిమాణమును పొందినపిమ్మట, తిరిగి క్రమముగ తగ్గి కొన్ని నెలలపిమ్మట కనిష్ఠ పరిమాణమును చేరుకొని, అంతటనుండి క్రమముగ హెచ్చును.

ఈరీతిగా సూర్యాంకములసంఖ్య హెచ్చుటయును, తగ్గుటయును ఒక ఆవృత్తిక్రమముతో జరుగుచున్నదని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. అంతేగాక ప్రతిసంవత్సరము జనించు మొత్తము సూర్యాంకములను పరిశీలించిననుకూడ అవియును ఎల్లప్పుడు సమానముగనుండక ఒక ఆవృత్తిక్రమముతో హెచ్చుచును తగ్గుచును నున్నవని స్పష్టమగును. ఈవిషయమును మొట్టమొదట కనుగొనినవిజ్ఞాని ఎస్. హెచ్చి. స్క్వాబే. సూర్యాంకములనుగూర్చి అంతవరకు (1843) సేకరింపబడిన అవేక్షణ



26 వ చిత్రము

సూర్యాంకముల ఆవృత్తిము.

x- అక్షము కాలమున, y- అక్షము పూర్వసంఖ్యలను తెలియజేయును. ఫలితములను నిశితముగా పరిశీలించి, సూర్యాంకములసంఖ్య వరుసగా రెండుమార్లు గరిష్ఠపరిమాణమును బొందుటకు నడిమి అంతరము, అనగా సూర్యాంకముల యావృత్తికాలము 11 లేదా 12 సంవత్సరము లుండునని ప్రకటించెను. కాని తరువాత కొందరు శాస్త్రజ్ఞులీ యావృత్తికాలము 23 సంవత్సరములనియును, 45 సంవత్సరములనియును, మరియొకటి యనియును, మరియొకటి యనియును ఏమేమో నచించిరి.

ఈయావృత్తికాలమును 11.2 సంవత్సరములుగా పరిగణించిన సమంజసముగా నుండునని ఆధునిక ఖగోళశాస్త్రప్రవీణులు పలువు రభిప్రాయపడుచున్నారు. కాని యిదికూడ ప్రామాణ్యముకాదు. గతసంవత్సరముల అవేక్షణఫలితముల ననుశీలించినచో రెండుగరిష్ఠసంఖ్యాకముల నడుమ 13 సంవత్సరములు, 12 సంవత్సరములు, 10 సంవత్సరములు, 8 సంవత్సరములు, ఒక్కొక్కచో 16 సంవత్సరములునుకూడ అంతరమున్నదని వ్యక్తమగును. అందుచేత సూర్యాంకములసంఖ్య యొక ఆవృత్తిక్రమములో మారుచుండుననియును, ఆ యావృత్తి కాలము సుమారు 11.13 సంవత్సరములుండుననియును మనము వచింపగలముగాని ఆకాల మింతయని నిశ్చయముగా చెప్పజాలము.

ఇక సూర్యాంకము లేర్పడునిధానమందుకూడ నొక విచిత్రమున్నది. ఇవి దీప్త్యావరణమం దంతటను ఏర్పడక సూర్యగోళమధ్యరేఖ కిరునైపులను 40 ఉత్తర, దక్షిణఅక్షాంశముల లోపుననున్న ప్రదేశములందే యేర్పడును. ఆవృత్తి ప్రారంభమందివి 40 ఉత్తర దక్షిణ అక్షాంశముల సమీపమున నేర్పడును. ఆవృత్తి సాగినకొలదియు నివి క్రమముగా తక్కువ అక్షాంశములందు హెచ్చుగా గోచరములగుచు ఆవృత్తి పూర్తయగుసరికి సూర్యగోళ మధ్యరేఖాప్రాంతమున విశేషముగా కాన్పించును. కాని సూర్యగోళమధ్యరేఖమీద నెన్నడును అధికసంఖ్యలో అంకములు కానరావు. మరియు ఒకేసమయమున సూర్యగోళమందు ఉత్తరదక్షిణములుగా వ్యాపించియున్న అంకములకంటె తూర్పుపడమరలుగా వ్యాపించియున్న

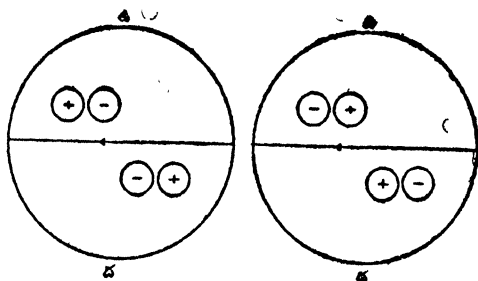
అంకములసంఖ్యయే చాల హెచ్చుగనుండును. అంతేగాక పెద్దఅంకము నాశ్రయించియుండు చిన్న అంకములు దాని చుట్టును వ్యాపించియుండక పెద్దఅంకమునుబట్టి తూర్పునుండి పడమరకు బారుతీరి యుండును. దీనినిబట్టి ఒకసమయమందు ఒకే అక్షాంశముపై సూర్యాంకము లేర్పడుటకు ప్రయత్నించు చుండునని మనకు స్పష్టమగును.

సూర్యాంకములనుండి వికీర్ణమగు కాంతిని ప్రత్యేకముగా వర్ణమాతామాపక సాహాయ్యమున ననుశీలించుటవలన ఆ యంకములతాపక్రమము దీప్త్యావరణపుతాపక్రమముకంటె తక్కువ యనియును, పూర్ణచ్ఛాయతాపక్రమము రమారమి  $4800^{\circ}\text{K}$  ఉండుననియును విదితమైనది. దీప్త్యావరణముకంటె సాపేక్షముగా తక్కువ తాపక్రమస్థితియందు సూర్యాంకము లుండుటచేతనే వానిదీప్తిసాపేక్షముగా తక్కువగనున్నది. ఈశతాబ్దపు టారంభమునుండియు విల్సన్ పర్వతవేధశాలయందు హేల్ శాస్త్రజ్ఞుడు సాగించిన అనుశీలనములవలన సూర్యాంకములు తక్కువదీప్తిమంతమైన ప్రదేశములేగాక శక్తిమంతమైన అయస్కాంతక్షేత్రములనికూడ స్పష్టమైనది. ఈఅయస్కాంతక్షేత్రముల తీక్షణత భూమ్యయస్కాంత క్షేత్రతీక్షణతకంటె కొన్ని లక్షలరెట్లు అధికముగ నుండును.

సూర్యాంకములందలి అయస్కాంతక్షేత్రముల యనుశీలనమువలన విచిత్రమైన విజ్ఞానాంశము లనేకములు బయల్పడినవి. సూర్యాంకములు సుమారు 11.13 సంవత్సరముల ఆవృత్తి ననుసరించియున్నవనియును, ఈయావృత్తి ఉత్తర

దక్షిణార్ధగోళములందు 40 అక్షాంశప్రాంతములలో ప్రారంభమై, సూర్యగోళమధ్య రేఖాప్రాంతములకు జరిగి అక్కడ అంతమొందు చున్న దనియును తెలిసికొనియుంటిమి. దీనినిబట్టి 1901 సంవత్సర ప్రాంతమున 40 ఉత్తరదక్షిణ అక్షాంశములందు ప్రారంభించిన ఆవృత్తి 1912 లో సూర్యగోళమధ్యరేఖాప్రాంతమందు అంతమొందుచుండినయెడల, ఆసమయముననే నూతనావృత్తి 40 ఉత్తర దక్షిణఅక్షాంశములందు ప్రారంభమగునని విదితమగును. వాస్తవముగా 1912 వ సంవత్సరము తక్కువ సంఖ్యగల అంకములుగల సంవత్సరములలో నొకటి. 1912 లో ఫేల్ శాస్త్రజ్ఞుడుగావించిన యవేక్షణలవలన ఉన్నతఅక్షాంశములందలి నూతన ఆవృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును, నిమ్నాక్షాంశములందలి ప్రాతయావృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును పరస్పరవిరుద్ధములుగా నున్నట్లు విదితమైనది. మరియు నొకేయావృత్తిలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును, అనుసారిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయునుకూడ పరస్పర విరుద్ధములుగా నున్నట్లు వ్యక్తమైనది. కాబట్టి 1912 లో ఆరంభమైన నూతనావృత్తిలోని అంకసమూహములందలి అగ్రగామిరాశియందును, అనుసారిరాశియందును తొలుదొలుత నేలయస్కాంతలక్షణములు గోచరమయ్యెనో 1923 వరకును ఆయావృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశియందును, అనుసారిరాశియందును సరిగా ఆ అయస్కాంతలక్షణములే ప్రత్యక్షమయ్యెను. కాని

తరువాత 1923 లో ఉన్నతఅక్షాంశములందు ప్రారంభమైన మరియు ఆవృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామి, అనుసారిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞలు 1912 లో ప్రారంభ



27 వ చిత్రము

ఒకే ఆవృత్తిలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును, అనుసారిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును పరస్పరవిరుద్ధములుగ నుండును; మరియు నూతన ఆవృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును, ప్రాత ఆవృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును పరస్పరవిరుద్ధములుగ నుండును.

మైన యావృత్తిలోని అంకసమూహములందలి అగ్రగామి, అనుసారిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞలకు పూర్తిగా విరుద్ధముగా నున్నవి. దీనినిబట్టి ఆవృత్తి ననుసరించిన యావృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞలు పరస్పరవిరుద్ధముగను, ఒకఆవృత్తిని విడిచి వేరొక ఆవృత్తిలోని అగ్రగామిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞలు సమానముగను నుండునని వ్యక్తమగును. అట్లే అనుసారిరాసుల విషయమున కూడ నుండును.

సూర్యాంకముల లక్షణములనుగూర్చి కొంతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొనగలిగిరి గాని అవియేల జనించుచున్నవో మాత్ర మింతవరకు వానికి స్పష్టముగా నవగతముకాలేదు. సూర్యుని దీప్త్యవరణము అత్యుగ్రతాపక్రమస్థితియందున్న వాయుమండల మని గ్రహించితిమి. ఈవాయుమండలపు టుపరి తలమునం దేర్పడిన సంక్షోభములవలననే యీఅంకము లేర్పడు చున్నవనుటలో సందేహములేదు. అయినచో నీసంక్షోభ స్వభావ మెట్టిది? ఆ సంక్షోభము గలుగుటకు కారణమేమి? ఈవిషయములను గురించి వేర్వేరు శాస్త్రజ్ఞులు వేర్వేరు అభి ప్రాయములను వెలిబుచ్చుచున్నారు. కాని యింతవరకును వాహ ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతములలో ఒక్కటియునుకూడ అవేక్షణ ఫలితములతో నేకీభవించుటలేదు. ఈశతాబ్దిప్రారంభములో హేల్ శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రతిపాదించినవాదమే వానిలో కొంత మెరుగుగానున్నది.

దీప్త్యవరణములో అట్టడుగునండి ఉపరిభాగమునకు అత్యుగ్రతాపక్రమస్థితియందున్న వాయుద్రవ్య మమితవేగ ముతో ఎగసికొనివచ్చును. ఇట్లధికవేగముతో నది పైకెగసి కొనివచ్చుటలో దానియందు సుడులేర్పడును. సూర్యగోళ మందలి ద్రవ్యమంతయు అయనీకరణము నొందియున్నదని లోగడ మనము తెలిసికొనియుంటిమి. సూర్యాంకములందు అయనీకరణమునొందియున్నద్రవ్య మిఠితిగా గిట్టున తిరుగుచుండుటచేత ఆద్రవ్యమునకు మధ్యభాగమున అయస్కాంతక్షేత్ర మేర్పడుచున్నది. ఇక అడుగుభాగమునుండి పైకివచ్చినవాయు ద్రవ్యము దీప్త్యవరణపు టుపరితలమును చేరుకొనిన వెంటనే,

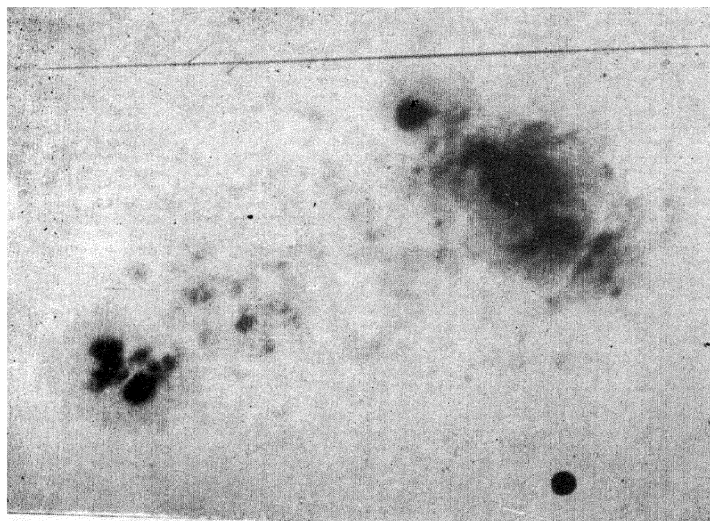


అక్కడి ప్రేషము తక్కువగాన వ్యాకోచమును పొందును. తన్మూలముగా దాని తాపక్రమము క్షీణింప దూరమున కది సాపేక్షముగా తక్కువదీప్తిమంతముగా గోచరించును. సాధారణముగా అడుగుభాగమునుండి పైకివచ్చుటలో వాయుద్రవ్యము U- ఆకారముగల సుడిగా ఏర్పడియుండవచ్చును. ఆసందర్భములో దానిరెండుకొనలును రెండుఅంకములుగా గోచరింపవచ్చును. ఈయంకములందలి ద్రవ్యము ఒకదానియందు సవ్యముగాను, రెండవదానియందు అపసవ్యముగాను తిరుగుచున్నదని భావించినయెడల ఒకయంకసమూహములో అగ్రగామి, అనుసారిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞ లేల పరస్పరవిరుద్ధములుగా నున్నవో మనము గ్రహింపవచ్చును.

హేల్ శాస్త్రజ్ఞుని ప్రైవేటిపాదన కొంతవరకు సమంజసముగ నున్నట్లుగనే స్ఫురింపవచ్చునుగాని సూర్యాంకములందలి ద్రవ్యము గిట్టున తిరుగుచున్నదో లేదో యింతవరకు ప్రత్యక్షముగా చూడఁబడలేదు. పైగా తిరుగుచున్నదే యని మన మంగీకరించినను, అట్లు తిరుగుటవలన సూర్యాంకములం దత్యధిక తీక్షణతగల అయస్కాంతక్షేత్రము లేర్పడుట కవకాశమున్నదా యనునది సందేహాస్పదము.

విస్ఫులింగములు

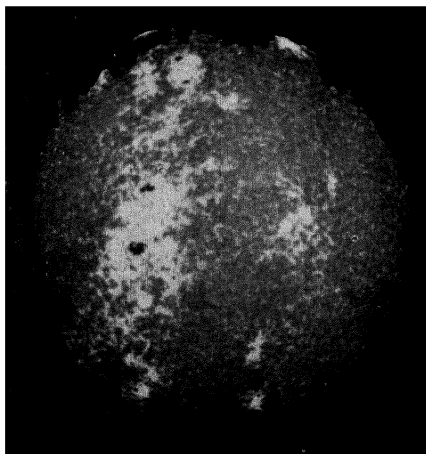
దీప్త్యావరణమందు సాపేక్షముగా తక్కువకాంతిగల సూర్యాంకముల నానుకొని విస్ఫులింగములనబడు ఎక్కువ దీప్తిమంతమైన భాగములున్నవి. దీప్త్యావరణపు టంచులదగ్గర కాంతితీక్షణత సాపేక్షముగా తక్కువగనుండునుకాబట్టి ఆభాగము



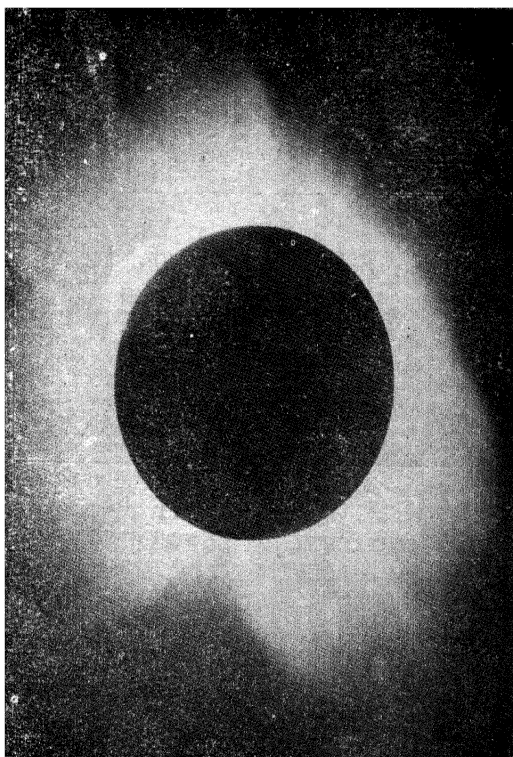
శి-వ పటము. ఎప్రిల్, 1947 నాటి సూర్యాంక  
సమూహము. కుడివైపు దిగువ భాగమందున్న  
గుండ్రని చింబము భూమియొక్క సాపేక్ష పరిమాణ  
మును సూచించును. (పుట. 135)



6-వ పటము. హైద్రాబాద్ కాంతిలో తీసిన సూర్యుని  
ఛాయాచిత్రము (పుట. 149)



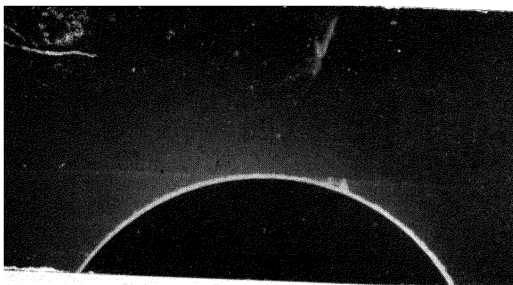
7-వ పటము. కార్నియమ్ కాంతిలో తీసిన సూర్యుని  
ఛాయాచిత్రము (పుట. 149)



8-వ పటము. మకృతము (పుట. 151)



9 గం. 31 ని.



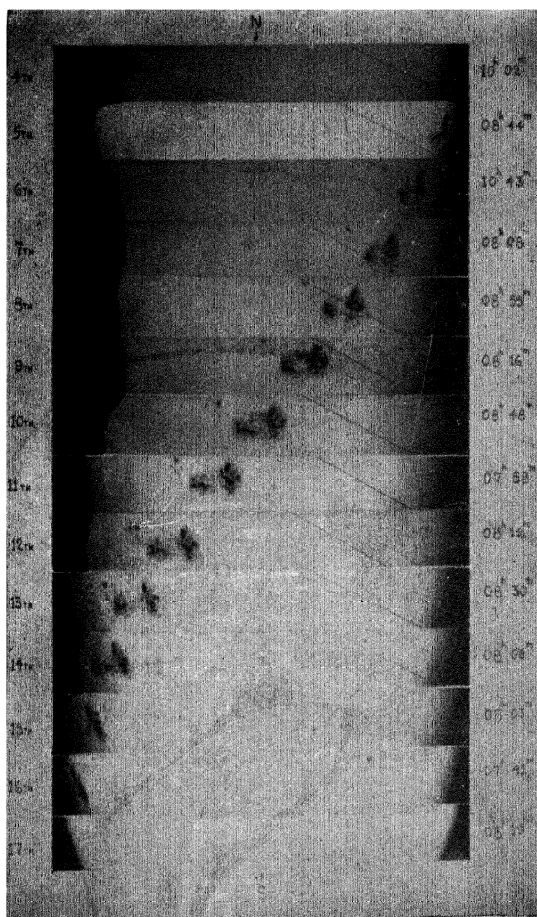
8 గం. 35 ని.



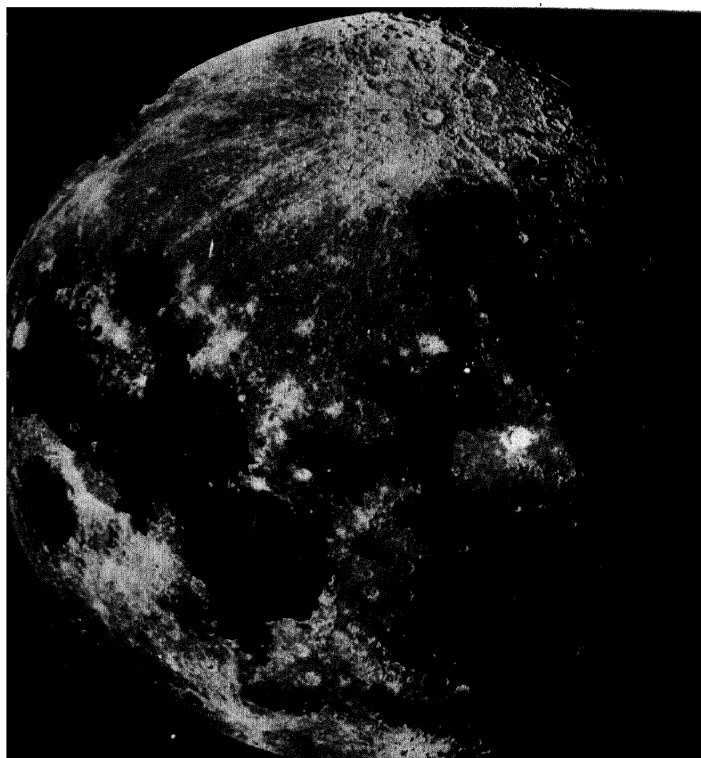
7 గం. 55 ని.

9-వ పటము. సౌరజ్వాలలు (పుట. 155)

19-11-'28 నాడు సూర్యగోళమందేర్పడిన పెద్ద సౌరజ్వాల యొకటి దీప్త్యావరణమునుండి  
4,90,000 మైళ్ళు పైకెగయుటను పటములో గమనింపవచ్చును.



10-వ ఫటము. సూర్యగోళ క్రమణము (పుట. 161)



11-వ పటము. చంద్రుడు (పుట, 171)

లంఘన విస్ఫులింగములు చాలప్రస్ఫుటముగ గోచరమగును. దీప్త్యావరణముకంటె నివి యెక్కువదీప్తిమంతములగుటకు కారణము వానితాపక్రమము దీప్త్యావరణతాపక్రమము కంటె హెచ్చుగనుండుటయే. వానితాపక్రమము రమారమి  $7400^{\circ}\text{K}$  ఉండును. విస్ఫులింగములుకూడ కలకాలము నిలిచి యుండువు. సూర్యాంకముల జీవితపరిమాణమువలెనే వీని జీవిత పరిమాణముకూడ కొన్ని యుగములనుండి కొన్ని నెలలవరకు నుండును.

### పరివర్తకస్తరము

భూగోళమునావరించి వాతావరణ మెట్లున్నదో అట్లే సూర్యగోళములో దీప్త్యావరణమును పరివేష్టించి తక్కువ సాంద్రతగల ఆవరణములు కొన్నియున్నవి. కాని భూవాతావరణముతో ఈఆవరణములను పోల్చుట అంతసమంజసము కాదు. భూతలమునకును వాతావరణమునకును నడుమ ప్రస్ఫుటమైన సరిహద్దు గలదు ; కాని అట్టిది దీప్త్యావరణమునకును దానిని పరివేష్టించియున్న ఆవరణములకును నడుమలేదు. దీప్త్యావరణసాంద్రత క్రమానుగతక్షీణతను పొందుటవలన దీప్త్యావరణపు టుపరిభాగమును, దానిపైయావరణల అధోభాగములను ఒకదానితోనొకటి లీనమగుచున్నవి.

సూర్యగోళమందు దీప్త్యావరణమునకు పైనున్న ఆవరణలలో దీప్త్యావరణమును చేరియున్నదానికి పరివర్తకస్తరము అని పేరు. సూర్యవర్ణమాలలో నల్లని ఫ్రాహోఫర్ రేఖ లేర్పడుట కిదియే కారణము. దీప్త్యావరణము ప్రసరించుచున్న



అఖండవర్ణమాలనుండి యీపరివర్తకస్తరమునందున్న మూల ద్రవ్యములు తమ కనుగుణమైన వర్ణములను శోషించుటచేత నానన్యోపము గలిగి సూర్యవర్ణమాలయం దాయాప్రదేశము లలో నల్లనిరేఖలు కానవచ్చుచున్నవి. అఖండవర్ణమాలనుండి కొన్నిరంగుల కాంతులను శోషించగల సామర్థ్యము అఖండవర్ణ మాల నుత్పత్తిచేయుదానికంటె తక్కువ తాపక్రమముందుండి ఆయుత్పత్తిస్థానమును చుట్టియున్న మండలమునకే యున్నదిగాన దీప్త్యావరణతాపక్రమముకంటె పరివర్తకస్తరతాపక్రమముతక్కువనుట నిశ్చయము.

సూర్యవర్ణమాలయందు రమారమి 21,835 ప్రా-హ్లోఫర్ రేఖలను ఇంతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు 'రికార్డు' చేసిరి. ఈరేఖలలో కొన్నిమాత్రము భూవాతావరణముచే నేర్పడినవి. సూర్యకాంతి అవేక్షకుని చేరుచున్న భూవాతావరణముద్వారమునకూడ ప్రసరింపవలసియున్నది కాబట్టి ఆసమయములో సూర్యకాంతియందలి కొన్నివర్ణములను భూవాతావరణమందలి గాలులు శోషించును. అందుచేత కేవలము భూవాతావరణ శోషణముచే నేర్పడిన రేఖలుకొన్ని సూర్యవర్ణమాలయం దుండుటకు వీలున్నది. ఇట్టిరేఖలకు భౌమరేఖలనిపేరు. మిగిలిన రేఖలన్నియును పరివర్తకస్తరమునందలి ద్రవ్యముచే కలిగినవే. అక్కడక్కడ కొన్ని రేఖలుమాత్రము సూర్యాంకములచే నేర్పడినవికూడ నుండవచ్చును. ఈరేఖలనుబట్టి యరసిన ఫలితములవలన భూమియందు లభ్యమగుచున్న మూలద్రవ్యములలో 61 మూలద్రవ్యములు\* సూర్యగోళమందున్నవని స్పష్టమైనది;

ఇంకొక అయిదు మూలద్రవ్యముల యునికి కొంచె మనుమాన ముగానున్నది. మిగిలిన మూలద్రవ్యములుకూడ సూర్యగోళమం దుండుననుటకు సందేహములేదు. కాని వానిలో పెక్కింట్నికి సంబంధించిన శక్తులను భూవాతావరణమందలి ఓజోకావాయువు కనపడకుండుచేయుటచే, ఆ మూలద్రవ్యములు సూర్యగోళమం దున్నదియు లేనిదియు తెలియకున్నది. భూవాతావరణమును దాటి పంపబడిన 'రాకెట్లు' తీయనట్టి సూర్యవర్ణమాలలనుబట్టి ఆమిగిలిన మూలద్రవ్యముల సమాచారముకూడ మనకు తెలియవచ్చును.

## వర్ణావరణము

పరివర్తకస్తరమునకు వెలుపల దీప్త్యావరణముచుట్టునున్న యావరణమే వర్ణావరణము. దీనిసాంద్రత మిక్కిలితక్కువ. వర్ణావరణమునుండి దూరముగా పోయినకొలదియు దీనిసాంద్రత క్రమముగా క్షీణించును. ఇదికూడ కొంత కాంతిమంతమైన మండలమైనను దీప్త్యావరణదీప్తితో పోల్చినపుడు దీనిదీప్తి మిక్కిలితక్కువ. అందుచేత సూర్యుని ప్రచండతేజస్సుతో సక్షత్రములనుచూడజాలనట్లు దీప్త్యావరణపు టధికదీప్తితో దీనిని చూడలేము. కాబట్టి దీని ననుశీలించుటకు తగినసమయము సంపూర్ణసూర్యగ్రహణ కాలమందు దీప్త్యావరణము పూర్తిగా మరుగుపడియున్న తరుణమే. ఈయనుశీలనమువలన వర్ణావరణ ములో దీప్త్యావరణమునకు చేరువగానున్న భాగమందు కాంతి తీక్షణత కొంత హెచ్చుగానుండి దూరమునకు పోయినకొలదియు క్రమముగా తగ్గునని విదితమైనది.

వణ్ణావరణపు సరాసరిసాంద్రత దీప్త్యావరణసాంద్రతలో లక్షలవంతును, భూవాతావరణసాంద్రతలో వేలవంతును ఉండునేమో ! దీప్తతాపక్రమము దీప్త్యావరణతాపక్రమము కంటె చాలతక్కువ యని కొద్దికాలముగ్రింద పరీక్షను శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచుండెడివారు. కాని గుటీసల రెడ్ మన్ విజ్ఞాన వణ్ణావరణపు తాపక్రమము 30,000 అంశలని నిరూపించెను. అయినచో దీప్త్యావరణతాపక్రమముకంటె వణ్ణావరణపు తాపక్రమము సుమారు అయిదురెట్లుండును.

వణ్ణావరణమును సంపూర్ణసూర్యగ్రహణ సమయము లందేగాని ప్రత్యక్షముగా నవేక్షింపలేకపోయినను విజ్ఞానపరికరముల సాహాయ్యమున దానిని సదా యనుశీలించుట కనకాశమున్నది. ఇట్టి యనుశీలనములవలన వణ్ణావరణమునందు కూడ అనేకమూలద్రవ్యములు వాయురూపములోనున్నవని విశదమైనది. కాని వీనిలో ఎరుపురంగు కాంతిని ప్రసరించు హైడ్రోజని, హీలియమ్, కాల్షియమ్ మున్నగు మూలద్రవ్యములే సాపేక్షముగా నెక్కువగానున్నవి.

ఒక్కొక్కప్పుడు వణ్ణావరణముయొక్క ఛాయాచిత్రములను ఏకవర్ణకాంతిలో తీయుదురు. ఇట్టివానికి 'స్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్' లనిపేరు. ఈస్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్ లనుగూర్చి చర్చించుటకు పూర్వము కాంతివర్ణమునుగూర్చి ఒకటిరెండు విషయములు ప్రస్తావించవలసియున్నది. ఒకవస్తువునుండి ఊదా మొదలు ఎరుపువరకును గలకాంతిలలో కొన్నిరంగులకాంతిలు ప్రసారితమగుచున్నవనుకొందము. ఆవస్తువునందలి వేర్వేరు

భాగములు మైంగులతో నొక్కొక్క-చాచినీ ప్రసరించుచున్న వనికూడ అనుకొందము. అప్పుడు ఎట్టిని గాఢఫలకముద్వారమునగాని, ఎట్టిని కాంతిలోగాని ఆవస్తువును చూచినచో, ఆవస్తువులో ఎరుపురంగుకాంతిని ప్రసరించుభాగమే గోచరమై మిగిలినది నల్లగా నుండును. ఇతరనల్లకాంతిల విషయమున కూడనట్లే. అందుచేత ఏదైననొకరంగు గలకాంతిలో సూర్యుని ఛాయాచిత్రమును తీసివట్లయిన ఆరంగుగల కాంతిని ప్రసరించుచున్న సూర్యగోళభాగము దీప్తిమంతముగాగోచరమై, మిగిలిన భాగము తేజోహీనముగా నగపడును. మనము సూర్యుని ఛాయాచిత్రము నేరంగు కాంతిలో తీయుదుమో, ఆరంగుకాంతి యేమూలద్రవ్యమువలన కలుగుచున్నదో తెలిసికొన్నయెడల ఆరంగుకాంతిలో తీసిన సూర్యుని ఛాయాచిత్రమునుబట్టి వర్ణావరణమునం దామూలద్రవ్య మెంతవిడివిగానున్నదో అరయవచ్చును. సాధారణముగా 'స్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్' లను కాల్షియమ్ ప్రసరించు ఊదారంగుకాంతిలోను, హైడ్రోజని ప్రసరించు ఎరుపురంగుకాంతిలోను తీయుదురు. 6, 7 పటములట్టి ఛాయాచిత్రములే.

'స్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్' లను పరీక్షించినయెడల అవి తేజోవంతములైన మచ్చలతోను, కాంతిహీనములైన మచ్చలతోను పొడలు పొడలుగా నున్నట్లు స్పష్టమగును. ఈపొడల పొడల భాగములకు 'ఫ్లోక్యులీ' లనిపేరు. 'కాల్షియమ్ ఫ్లోక్యులీలు' సాధారణముగా తేజోవంతములై యుండును. ముఖ్యముగా నవి సూర్యాంకముల చెంతనేయుండి, ఒక్కొక్కపుడు

సూర్యాంకములనుకూడ కప్పవేయుచుండును. 'మోక్షోబంధో  
 ఘోర్వ్యలీ' లతో తేజోవంతములైనవియును, తేజోహీనములైనవి  
 యునుకూడ నున్నవి. ఇవి నాధారణముగా పోచలవలె సాగి  
 యుండును ; కాల్పియమస్థోవ్యలీలు గుత్తులు గుత్తులుగా చేరి  
 యుండును. తేజోవంతములైన ఘోర్వ్యలీల తాపక్రమము దీప్త్యా  
 వరణ తాపక్రమముకంటె అధికమగుటచేత అవి అధికదీప్తి  
 తోను, తేజోహీనములైన ఘోర్వ్యలీలయొక్క తాపక్రమము  
 దీప్త్యావరణతాపక్రమముకంటె తక్కువగుటవలన అవి మంద  
 దీప్తితోను కనపడుచున్నవి.

మ కు ట ము

వర్ణావరణము నానుకొని మకుటమున్నది. దీనిసాంద్రత  
 మిక్కిలితక్కువ. దీప్త్యావరణముతో పోల్చినపుడు దీనిదీప్తి  
 చాలతక్కువ యగుటవలన, సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణసమయ  
 మందుగాని దీని సవేక్షింపలేము. ఒకప్రదేశముతో చంద్ర  
 గ్రహణమువలె సూర్యగ్రహణము తరచుగా సంభవించదు.  
 అందును సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణముకలుగుట చాలఅరుదు. ఇక  
 సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణకాలమందైనను సూర్యుని దీప్త్యావరణ  
 మును సంపూర్ణముగా నాలుగు నిమిషములకంటె హెచ్చు  
 కాలము చంద్రగోళ మాచ్ఛాదించలేదు. ఈ హేతువులన్నింటి  
 వలనను మకుటము ననుశీలించుట శాస్త్రజ్ఞులకు హెచ్చుప్రయా  
 సముగా పరిణమించినది.

మకుటము తేజోవంతమైన ఆకుపచ్చని కాంతిని ప్రస  
 రించుచు వర్ణావరణమునుండి లక్షలకొలది మైళ్ళవరకును

వ్యాపించియున్నది. దీని యాకారము దీప్త్యావరణమున జనించు సూర్యాంకముల సంఖ్యనుబట్టి మారుచుండును. సూర్యాంకములసంఖ్య గరిష్ఠమై యున్నపుడు వర్ణావరణము చుట్టు నిది సమ్మితముగా వ్యాపించియుండును; కాని సూర్యాంకములసంఖ్య కనిష్ఠముగా నున్నపు డిది వర్ణావరణము చుట్టును సమ్మితముగా నుండక సూర్యగోళమధ్యలోభా ప్రాంతమందు కొంచెము సాగి యును, ధ్రువప్రాంతములందు కొంత అనుమబడియు నుండును.

మకుటమునందలి యొక కమనీయమైన దృశ్యము జ్యోతిష్పంక్తులు. అయస్కాంతము నొకదానిని అట్టపై జెట్టి, ఆ అట్టమీద సమముగా నన్నని ఇనుపపొడిని పేర్చి అట్టను నెమ్మదిగా చేతితోవ్రట్టినయెడల అది పంక్తులుగా తీర్చి దిద్దినట్లేర్పడును. ఈపంక్తులు ధ్రువములదగ్గర అందముగావంపు తిరిగి ధ్రువములను చేరుకొనును. ఈరీతిగనే మకుటమునందు కూడ కాంతి కిరణములు అందముగా వంపుతిరిగి సూర్యగోళ ధ్రువములను చేరుకొనుచున్నట్లుగపడును. ఈకాంతికిరణము లకే జ్యోతిష్పంక్తు లనిపేరు.

మకుటము సాంద్రత యెంతతక్కువ యైనప్పటికిని అది కూడ కొంతకాంతిని ప్రసరించుచుండును. మకుటము ప్రసరించునట్టి మొత్తముకాంతి దీప్త్యావరణము ప్రసరించు కాంతిలో సుమారు పదిలక్షోవంతును, పూర్ణిమచంద్రుని వెన్నెలలో రమారమి సగమునుండునని శాస్త్రజ్ఞులూహించినారు. ఈ కాంతిలో రమారమి సగముభాగము వర్ణావరణమునకు ఒకలక్ష మైళ్ళలోపుననున్న భాగమునుండియే లభ్యమైనది.

మకుటమునుండి విక్రేయమైన కాంతిని వర్ణమాలామాపకముతో ననుశీలించుటవలన కొన్ని విచిత్రమైన విషయములు తెలియవచ్చినవి. మకుటముచే తేర్పడినది అఖండనష్టమాల. ఆవర్ణమాలయందు 26 కాంతిమంతమైన రేఖలుకూడా గోచరమైనవి. మకుటముయొక్క నష్టమాలయందు దీకాంతిమంతమైన రేఖ లెన్ని గోచరమగుచున్నదో వివరించుట చాలకాలము వరకును శాస్త్రజ్ఞులకు సాధ్యముకాలేదు. సామాన్యముగా నిట్టికాంతిమంతమైనరేఖ లేర్పడవలెననిన వానిని కలుగజేయుచున్న తేజోత్పత్తిస్థానపు తాపక్రమము కొన్నిలక్షల అంశలుండవలెను. కాని దీప్త్యావరణమునకు చాలదూరమున అతిపలుచగానున్న మకుటము అంతిమోచ్చతాపక్రమమును కలిగియుండుట యసంభవమను సమ్మతముతో ఇటీవలవరకును శాస్త్రజ్ఞులందుటచే ఆవైపున కేవలాయోజనలు సాగలేదు. కాగా భూమియందులేనట్టి 'కొనోజ్ యమ్' అనునొక ద్రవ్యమువలన మకుటవర్ణమాలయందలి రేఖ లేర్పడుచున్నవని కొందరు శాస్త్రజ్ఞులు ప్రతిపాదించిరి. కాని అది యెవరికిని సమ్మతముకాలేదు. ఆతరువాత 1939 వ సంవత్సరములో గ్రోట్రీయన్ అను జర్మనీదేశవిజ్ఞాని, 'అల్పసాంద్రతాస్థితియందున్న మూలద్రవ్యములు అత్యధికతాపక్రమస్థితియందున్న మూలద్రవ్యములొసగునటువంటివర్ణమాలనే యేర్పరుచునని' సిద్ధాంతీకరించి, ఇనుము, నికెల్, కాల్షియమ్వంటి లోహములవలననే యీరేఖ లేర్పడుచున్నవని వివరించెను. కాని యీసిద్ధాంతమునుకూడ శాస్త్రజ్ఞులందరు ఐక్యకంఠముతో నామోదించలేదు. మకుటము

అత్యధిక తాపక్రమస్థితియందున్న నేగాని అది వడ్డావరణమును దాని లక్షణానివైపు ప్రదేశములోనికి విస్తరించియుండలేదని యును, తిన్నూలముగా అది అత్యధికతాపక్రమస్థితియందుండుటే రూఢమయమును ఆధునిక శాస్త్రజ్ఞులలో పలువురు వచించుచున్నారు. బహుశః అది సత్యముగావచ్చును. మకుటము యొక్క తాపక్రమము రమారమి 10 లక్షల అంశలుండునని విజ్ఞులూహించుచున్నారు.

పైకి పేర్కొనినట్లు మకుటము ననుశీలించుటకు తగిన సమయము సంపూర్ణసూర్యగ్రహణకాలమే. ఇటీవలవరకును సంపూర్ణసూర్యగ్రహణసమయములలోనే దానిని శాస్త్రజ్ఞులవేక్షించుచుండిరి. కాని 1930 లో లాయట్ అను ఫ్రాన్సుదేశ విజ్ఞాని సూర్యగ్రహణములేని సమయములోకూడ మకుటము నవేక్షించుటకుగాను 'కొరొనాగ్రాఫ్' అనునొక పరికరమును కల్పించెను. ఈపరికరముయొక్క ముఖ్యవ్యాపారము కృత్రిమముగా సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము నేర్పరచుట. ఈపరికరము బాగుగా వాడుకలోనికి వచ్చినవిమ్మట మకుటమునుగూర్చి మనకింకను ఎక్కువవిషయములు తెలియవచ్చుననుటకు సందేహములేదు. అప్పుడు మకుటావరణతత్వము సంపూర్తిగా అవగతమగునేమో !

భూవాతావరణముపైకి బెల్టునులలో దూరదర్శినులను పంపి, వానిచే మకుటముయొక్క ఛాయాచిత్రములను తీయించుటకు ప్రస్తుతము ఆంగ్లశాస్త్రజ్ఞులు ప్రయత్నించుచున్నారు. ఈప్రయత్నము సఫలమైననుకూడ మకుటస్వభావము విశదమగుట కవకాశమున్నది.



## సౌ ర జ్వాలలు

సంపూర్ణసూర్యగ్రహణసమయమందు దూరద్వీపాల్లో సూర్యునిచూచినయెడల, చంద్రునిచే నాచ్ఛాదించబడిన భాగమునుండి రెపరెపలాడుచు ఎఱ్ఱగ్రహకాశించుచున్న జ్వాలలు పైకి దగ్గమించుచున్నట్లు గోచరమగును. ఆపవచ్చనిరంగునో ప్రకాశించుచున్న మహతప్రకృతభూమిపై నీయెఱ్ఱని జ్వాలలు కడు మనోహరముగనుండును. వీనిని మొట్టమొదట 1733 వ సంవత్సరము మే నెలలో స్వీడన్ దేశ ఖగోళవిజ్ఞాని వేసేనియన్ కనుగొనెను. ఈజ్వాలలకే సౌరజ్వాలలనిపేరు.

సౌరజ్వాలలు సూర్యగోళమందు వాస్తవముగా నేర్పడుచున్నవి కానని ఆసిలో కొందఱు శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడిరి. భూమిమీద మృగతృష్ణలు చున్నగునవి నిజముగా లేకపోయినను ఉన్నట్లే యెఱ్ఱ గోచరించునో ఆరీఖగనే సౌరజ్వాలలు సూర్యగోళమందున్నట్లు చంద్రునిచేత నెఱులనో చూపబడుచున్నవని వాదతలంచిరి. కాని ఆతరువాతి యవేక్షణలవలన ఇవి వాస్తవముగా సూర్యగోళమం దేర్పడుచున్నవే యని నిర్ధారణయైనది. సెప్టెంబ్రీహీలియోగ్రాఫ్ సాహాయ్యమున సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము లేలినమయమందుకూడ వీని నవేక్షింపవచ్చును ; అనుశీలింపవచ్చును.

సెప్టెంబ్రీహీలియోగ్రాఫ్ ద్వారమున చూచినపుడు వర్ణావరణము నానుకొని మహోన్నత పర్వతపరిమాణమందున్న జ్వాలలవలె సౌరజ్వాలలు కనపడును. ఇవి అత్యధికవేగముతో సూర్యగోళమునుండి లక్షలకొలదిమైళ్ళయెత్తున కెగయుచుండును.

కాని సామాన్యముగా సవి యెగ సెడి దూరము 30,000 మైళ్ళుండును. సౌరజ్వాలలమందము రమారమి 6,000 మైళ్లును, పొడుపు 1,25,000 మైళ్ళును నుండును. భూపరిమాణమునకు రమారమి 93 రెట్లు పరిమాణమును ఒక్కొక్క సౌరజ్వాల కలిగియుండునన్న వో, అవియెంత పెద్దవో మనము గ్రహంప వచ్చును.

సౌరజ్వాలలు సూర్య గోళమునుండి బయలుదేరి అత్యధిక వేగముతో పైకెగయుచుండునుగాన వాని ననుశీలించుటకష్టము. అందుచేత ఇటీవల ప్రత్యేకపద్ధతుల నుపయోగించి వానిని 'సినిమా' తీయుచున్నారు. ఒక నటుని సినిమా తీసి ఆ సినిమాను తిరిగి ప్రదర్శించుటవలన సతజేరితిగా నటించినదియు నెట్లు తెలిసికొనవచ్చునో అదేవిధముగా సౌరజ్వాలల సినిమాలనుచూచి వానినిగూర్చి తెలిసికొనుటకు వీలున్నది.

సౌరజ్వాలల ఆకారపరిమాణములలోను, సూర్యగోళము నుండి అవి పైకెగయునట్టి వేగములోనుకూడ వ్యత్యాసము లున్నవి. పర్వతాకారమందున్నవి, సంకేత ఆకారమందున్నవి, జ్వాలాశిఖాకారమందున్నవి-వివిధాకారములందున్నవి వానిలో కలవు. పర్వతాకారమందున్న సౌరజ్వాలలు చాలనిలుకడగా గోచరించును; జ్వాలాశిఖాకారమందున్నవి విపరీతమైన చైతన్య స్థితిలో నున్నట్లుకనపడును. వీనివేగము సెకనునకు రమారమి 450 మైళ్ళవరకును ఉండును. సౌరజ్వాలలు అధికవేగముతో సూర్యగోళమునుండి పైకెగసినకొలదియును వ్యాకోచించి, మరింత పలుచనై, క్రమముగా అదృశ్యమగును.

దీప్త్యావరణమందు సూర్యాంకములసంఖ్య హెచ్చుగా నున్నపుడు సౌరజ్వాలలసంఖ్యకూడ అధికముగా నుండునని కొందరు శాస్త్రజ్ఞులు వచించుచున్నారు. కాని సూర్యాంకములకును వానికిని సన్నిహితసంబంధమున్నదని నిశ్చయముగా చెప్పలేము. సూర్యాంకములు లేనిసమయములందుకూడ సౌరజ్వాలలు ఎక్కువగా గోచరమగుచుండును. ప్రకౌఠస్థితియందున్న దీప్త్యావరణము తననుండి కొంతపదార్థమును పైకి నెట్టుచున్నదనియును, అదియే సౌరజ్వాలలుగా ప్రత్యక్షమగుచున్నదనియును కొంద రభిప్రాయపడుచున్నారు. కాని ఇవి యేర్పడుటకుగల కారణమింకను సరిగా అనగతముకాలేదు. వర్ణమాలామాపక పరిశోధనలవలన వానిలో హైడ్రోజని హెచ్చుగా నున్నదని స్పష్టమైనది.

**సూ ర్య సంచలనములు**

ఈప్రకరణమును ముగించుటకు పూర్వము సూర్యసంచలనములనుగూర్చి యొకించుక వివరించవలసియున్నది. సూర్యుడు ప్రతిదినమందాను ప్రాతఃకాలమున నే తూర్పుదిక్కున నుడుముచి దివాకాలమందంతటను వినువీధిని పయనించి సాయంసమయమున పశ్చిమమున నస్తమించినట్లు గోచరించును. మరియు కర్కటసంక్రమణమునుండి మకరసంక్రమణమువరకు దక్షిణాభిముఖుడయ్యును, మకరసంక్రమణమునుండి కర్కటసంక్రమణమువరకు ఉత్తరాభిముఖుడయ్యును సంచరించుచున్నట్లుకూడ ఆయన ప్రత్యక్షమగును. లోగడ పేర్కొనట్లు ఈ సంచలనములు సూర్యుని దృశ్యసంచలనములు ; భూభ్రమణపరిభ్రమణములవలన నవి కలుగుచున్నవి.

అనునక శాస్త్రజ్ఞుల పరిశోధనలవలన సూర్యునకు నిజముగా రెండుసంచలనము లున్నవని వ్యక్తమైనది. అందులో ఒకటి భ్రమణము ; రెండవది పరిభ్రమణము. స్సూర్యుని భ్రమణగతిని మొట్టమొదట కనుగొన్న విజ్ఞాని గెలీలియో. సూర్యాంకముల సాహాయ్యమున ఆవిషయమునాయన యరయ గలిగెను. సూర్యగోళమధ్య రేఖసమీపమందున్న హెచ్చు జీవితకాలముగల సూర్యాంకము నొకదానిని దేనినైనను ప్రత్యేకించి పరీక్షించినచో అది క్రమముగా తూర్పునుండి పడమరకు ప్రయాణముచేసి, సూర్యగోళపు పడమటియంచును చేరుకొనిన పిమ్మట అదృశ్యమై తిరిగి సుమారు 12½ దినములకు సూర్యగోళపు తూర్పుఅంచున నగపడును. దీనినిబట్టి సూర్యగోళము తనలో తాను 25½ దినములలో నొకసారి భ్రమించుచున్నదని మనము భావింపవచ్చును. కాని వేర్వేరు అక్షాంశములందున్న సూర్యాంకములను సీతముగా నపేక్షించినయెడల అవి యన్నియు సమాన భ్రమణకాలములను కలిగియుండలేదనియు, సూర్యగోళమధ్య రేఖనుండి ధ్రువములచేతకు పోయినకొలదియు వానిభ్రమణకాలములు హెచ్చుననియును వ్యక్తమగును. సూర్యగోళతలమున 40 వ అక్షాంశముపైని సూర్యాంకములు ప్రత్యక్షముకావు కాబట్టి ఆ అక్షాంశములందలి సూర్యగోళ భ్రమణకాలములను సూర్యాంకములనుబట్టి కనుగొనలేము. అందులకై వర్ణమాలల సాహాయ్యమును శాస్త్రజ్ఞులపేక్షించుచున్నాడు. సూర్యగోళపు తూర్పుఅంచునుండియును, పడమటి యంచునుండియును వచ్చుచున్న కాంతిని వేర్వేరుగా వర్ణమాలా దస్యితో ననుశీలించినయెడల పడమటి యంచునుండి వచ్చిన

కాంతిచే నేర్పడిన వర్ణమాలయందలి ఫ్రాక్ హోఫర్ రేఖలు ఎరువురంగున్న భాగమువైపునకును, తూర్పు అంచునుండి ప్రసరితమైన కాంతిచే నేర్పడిన వర్ణమాలయందలి ఫ్రాక్ హోఫర్ రేఖలు ఊదారంగున్న భాగమువైపునకును జరిగినట్లు గోచరమగును. సూర్యగోళము పశ్చిమమునుండి తూర్పుదెసగా తనయక్షముపై తనలోతాను తిరుగుచుండుటచేతనే వర్ణమాల లందలి ఫ్రాక్ హోఫర్ రేఖల స్థానములో నీస్థానభ్రష్టత్వము సంప్రాప్తమైనది. వర్ణమాలారేఖల స్థానభ్రష్టత్వపరిమాణము నకును సూర్యగోళభ్రమణవేగముల పరిమాణమునకును సంబంధమున్నది కాబట్టి వేర్వేరు అక్షాంశము లందలి తూర్పు పడమర అంచులనుండి ప్రసరితమైన కాంతులచే నేర్పడిన వర్ణమాలల ననుశీలించి, వానియందలి ఫ్రాక్ హోఫర్ రేఖల స్థానభ్రష్టత్వమునుబట్టి ఆయా అక్షాంశములందు సూర్యగోళ భ్రమణవేగ మెంతెంతయో నిర్ణయింపవచ్చును. ఈవిధముగా గావించిన యనుశీలనమువలన దిగువ పేర్కొనిన ఫలితములు లభ్యమైనవి.

అక్షాంశము

భ్రమణకాలము

0°

24.64 దినములు

15°

25.41 ,,

30°

26.45 ,,

45°

28.54 ,,

60°

30.99 ,,

75°

33.07 ,,

సూర్యగోళభ్రమణవేగము అక్షాంశములనుబట్టి యేల మారుచున్నచో ఇంతవరకు సరిగా శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనలేక పోయిరి.

సూర్యునకు భ్రమణగతియేగాక పరిభ్రమణగతికూడ నున్నది. కొద్దిగా ఎడముగానున్న రెండు పెద్దగ్యాస్ లైటు దీపములు మనకొకమైలుదూరములో నున్నవనుకొందము. దూరమునుండి చూచినయెడల ఆదీపములు ఒకదానికొకటి దగ్గరగానున్నట్లు కనపడును. కాని ఆదీపములవైపు మనమేగిన కొలదియు ఆరెండుదీపములు క్రమముగా ఎడముగాజరిగినట్లును, దీపములనడుమ నిలబడి చూచినపుడు అవిరెండు ఎదురెదురుగా నున్నట్లును గోచరించును. దీపములవైపు చూచుచు అక్కడ నుండి క్రమముగా దూరముగా పోయినయెడల దీపములు మరల క్రమముగా ఒకదానికొకటి చేరువకు వచ్చుచున్నట్లుభివ్యక్తమగును. దూరదర్శినితో నక్షత్రముల నవేక్షించినపుడు ఇండుకు సాదృశ్యమైన దృశ్యమే ఆకాశములో కనపడుచున్నది. భూమినుండి చూచినపుడు ఆకాశములో ఒకభాగమందున్న నక్షత్రములు నెమ్మదిగా ఎడమెడముగా చెదరిపోవుచున్నట్లులను, ఆభాగమునకు విముఖదిశలోనున్న నక్షత్రములు నెమ్మదిగనే దగ్గర దగ్గరగా చేరుకొనుచున్నట్లులను గోచరించును. దీనినిబట్టి సూర్యుడు తనకుంటుంబముతో కలిసి మరియొక మహత్తరగోళముచుట్టును పరిభ్రమించుచుండెననియును, ఆ పరిభ్రమణకాలము మిక్కిలి యెక్కువయైయుండు ననియును శాస్త్రజ్ఞులు తలచుచున్నారు.

## చంద్రుడు

చల్లనివెన్నెలనొసగుచున్న చంద్రుడు రసకలకు, కళోపాసకులకు ఆరాధనీయుడు. భూవాసులలో పలువురాయననుకూడ దైవతముగా భావించి కొలుచును. కాని సూర్యకుటుంబములో చంద్రునకు విశేషప్రామాఖ్యమేమియునులేదు. ఆయన భూమిచుట్టును ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్న ఉపగ్రహము మాత్రమే.

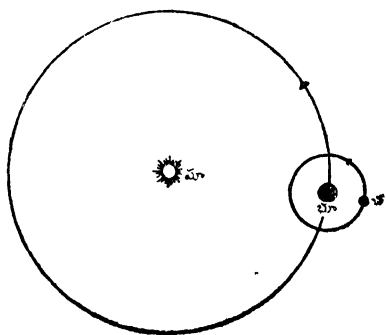
ఆధునికఖగోళవిజ్ఞానులకు తెలిసినగ్రహములు మొత్తము పది. వీనిలో అంతర్గ్రహములైన బుధ, శుక్రలకును, అల్పగ్రహములైన ఆప్టిరాయిడులకును, సూర్యకుటుంబపు వెలుపలి సరిహద్దునందున్న ప్లూటోకును ఉపగ్రహసంతతియున్నటుల కానరాలేదు. భూమికి ఒక్కఉపగ్రహము మాత్రమే గలదు. కుజునకు 2, గురునకు 12, శనికి 9, యురేనస్కు 5, నెప్ట్యూన్కు 2 ను ఉపగ్రహములున్నటుల శాస్త్రజ్ఞు లింతవరకు కనుగొనినారు. సూర్యునిచుట్టు గ్రహములు దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలం దేరితిగా పరిభ్రమించుచున్నవో ఆరీతిగనే గ్రహములచుట్టును ఉపగ్రహములకూడ దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలందు సంచరించుచున్నవి. ఉపగ్రహగతులకూడ గ్రహగతినియమానుసారముగనే జరుగును.

చంద్రునికక్ష్య యొక్కవనికేంద్రమైలేదు. ఇంచుమించు వృత్తాకారముగనే అది యున్నది. దాని వికేంద్రత 0.055 మాత్రమే. చంద్రుడు భూమికి మిక్కిలి చేరునగా నున్నపుడు

భూచంద్రులనడిమిదూరము 2,21,463 మైళ్ళును, మిక్కిలి దూరముగానున్నపుడు 2,52,710 మైళ్ళును ఉండును. అంత రాశిముఖో భూమికి మిక్కిలి సన్నిహితముగా నున్నమూర్తి చంద్రుడే.

భూమినిబట్టి చంద్రునికక్ష్య దీర్ఘవృత్తాకారమున నున్నను సూర్యునిబట్టి చంద్రునిమాగ్గము దీర్ఘవృత్తాకారమున నుండదు ; పాము మెలికల ఆకారమునుచోలి అనియుండును. ఈమాగ్గము పర్యాయముగా నొకసారి భూకక్ష్యకు లోపునను, వేరొకసారి భూకక్ష్యకు వెలుపలను ఉండునని వేరేచెప్పవక్కర లేదు. సూర్యునిబట్టి భూచంద్రులకక్ష్య లెట్లుండునో 28 వ చిత్రము సూచించును.

కాని నక్షత్రములన్నుబట్టి ఆకాశముచో చంద్రుని మాగ్గము వృత్తాకారమున నుండును. దీనితలము క్రాంతివృత్త తలమునకు రమారమి 5-అంశలు వంగి యున్నది. ఈమాగ్గము వెంబడి ఋజుగతిని చంద్రుడు సంచరించు చున్నాడు. చంద్రుని పరిభ్రమణ కాలపరిమితి 27 $\frac{1}{4}$



28 వ చిత్రము

సూ - సూర్యుడు

భూ - భూమి

చ - చంద్రుడు

దినములు. నక్షత్రముల దృశ్యపరిభ్రమణకాలపరిమితి దీనికంటె



చాలయెక్కువకాబట్టి, సత్వత్రముల దృశ్యపరిభ్రమణవేగము కంటే చంద్రుని దృశ్యపరిభ్రమణవేగము చాలయెక్కువ. అందువలన సత్వత్రములనుబట్టి చంద్రుని నిత్యము తూర్పుదిశగా గమనించుచున్నచో ద్యోతకమగును. చంద్రుని యీగమన మార్గమందే ఆకాశములో అభివ్యస్థి 27 సత్వత్రములు నున్నవి. ఆకాశములో చంద్రు డెవెనమున నేసత్వత్రమున్న ప్రదేశమున సంచరించుచున్నచో ఆదినమున నాసత్వత్రమని పంచాంగకర్తలు పేర్కొందురు.

చంద్రుని భూమిచ్చు పరిభ్రమించుటయేగాక తనలో తానుకూడ భ్రమించుచున్నాడు. చంద్రగోళతలయును దూర దర్శింతో అవేక్షించుటవలన ఆగోళములో ఒకేఅర్ధభాగ మెల్లప్పుడు మనకు ప్రదర్శితమైయుండునని స్పష్టమైనది. దీనినిబట్టి చంద్రునిభ్రమణ, పరిభ్రమణకాలములు సమానములని మనము నిర్ణయించుచున్నాము.

క శ లు

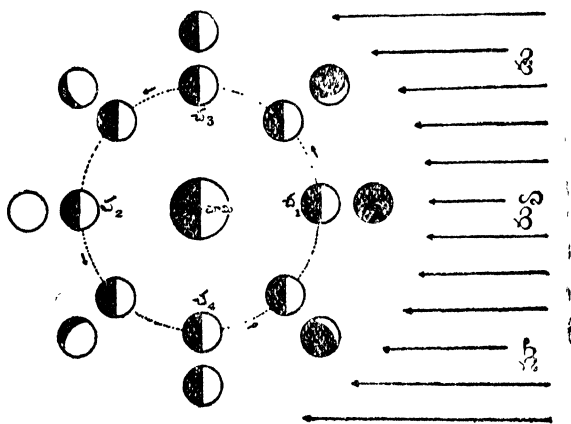
చంద్రుడు ప్రదర్శించు కళలు కనుమనోహరమైన దృశ్యము. అమావాస్యవెళ్ళినపిమ్మట సూర్యుడస్తమించిన వెనువెంటనే వెలవెలబోవుచు నున్నది అర్ధవర్తులకేళగా చంద్రుడు పశ్చిమాకాశమున గోచరించును ; ఆకాశము స్వచ్ఛముగ నున్నచో ఆచంద్రరేఖనంటి మిగిలిన చంద్రగోళముకూడ అస్పష్టముగ కనిపించును. క్రమముగా ప్లామి సమీపించినకొలదియు ఆరేఖాసరినూణయు వృద్ధిచెందును ; సూర్యుడస్తమించు సమయముననున్న చంద్రునిబద్ధానముకూడ క్రమముగా

తూర్పునను జరుగుచుండును. చివరికి పౌర్ణమివసమున చంద్రుడు పూర్ణబింబువిమాణమునై సూర్యుడు పడమట దిశయిం దత్తమించుచున్న సమయమున సరిగా తూర్పున నుదయించును. అది సుక్లపక్షము. ఆతరువాత కృష్ణపక్షము ప్రారంభమగును. కృష్ణపక్షములో చంద్రబింబములోని నీప్తి మంత్రమైత్రభాగము క్రమముగా క్షీణింప, సూర్యుడత్తమించిన పిమ్మట క్రమముగా నాలస్యముగనే తూర్పున చంద్రోదయము కూడ నగుచుండును. చివర కమావాస్యనాడు సూర్యునితోనే చంద్రుడు ఉదయించును ; ఆదినమున చంద్రబింబము కంటికి కనిపించనే కనిపించదు. ఈవిధముగా చంద్రబింబమందలి కళలు ఇంచుమించు 29½ దినముల వ్యవధిగల ఆవృత్తిలో మారుపును పొందుచుండును. చంద్రుడేవిధముగా కళలను ప్రదర్శించుటకు కారణము భూచంద్రుల భిన్నపరిభ్రమణవేగములవలన భూమిబట్టి సూర్యచంద్రుల సాపేక్షస్థానములలో మార్పు వచ్చుటయే.

భూమివలెనే చంద్రుడుకూడ స్వయంప్రకాశరహితమైన గోళము. సూర్యకాంతి తనపై పడుటచేతనే చంద్రగోళమును ప్రకాశించుచున్నది. ఇకచంద్రుడు గోళాకారమున నుండుటవలన చంద్రగోళములో సూర్యునివైపు తిరిగియున్న సగముభాగము పైసనే యేసమయమందైనను సూర్యకాంతి పడును. భూమి చుట్టు చంద్రుడు పరిభ్రమించుటలో భూమివైపున కెల్లప్పుడు ఒకే అర్ధభాగము తిరిగియుండుటవలనను, భూచంద్రకక్ష్య లొక దానికొకటి పరస్పరము 5° యేటవాలుగ నుండుటవలనను,

మనకు ప్రదర్శితమైన చంద్రుని అధ్యగోళములో సూర్యుని చే దీప్తిమంతమైన భాగముయొక్క విస్తృత మారుచుండును. ఆవిధముగా చంద్రునికి కళ లేర్పడుచున్నది. ఇక భూమిననుసరించి చంద్రు డేన్ధానమందున్నపు డేకళలు సత్యక్షమగునో షరిశీలింతము.

శుద్ధవిదియ దినమున సూర్యాస్తమయసమయములో ఆకాశములో పశ్చిమభాగమందు చిక్కన సమీపమున కనపడిన చంద్రుడు క్రమముగా పౌర్ణమి సమీపించినకొలదియు ఆకాశములో తూర్పుగా జరిగి, సరిగా పౌర్ణమివినమున సూర్యుడు పశ్చిమమున అస్తమించుచున్న సమయములో తూర్పున ఉదయించుచుండునని తెలిసికొనియుంటిమి. కాబట్టి చంద్రుడు ప్రతి మాసము భూమిచుట్టును పరిభ్రమించుటలో, సూర్యుని పథానము



29 వ చిత్రము—చంద్రుని కళలు

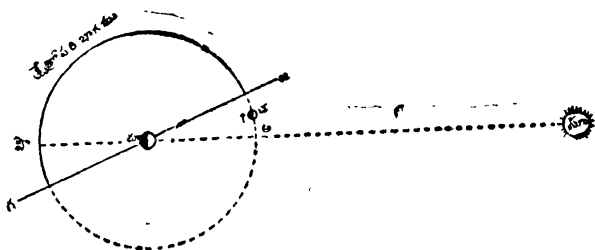
ననుసరించి ఆకాశములో ఎల్లప్పుడును తూర్పుదిశగా జరుగుచున్నట్లు గోచరించును. ఇట్లు పరిభ్రమించుటలో  $\psi_1$  - అను స్థానమున చంద్రుడున్నపుడు (అనగా సూర్యచంద్రు లొకే సభారేఖాంశముందున్నపుడు) చంద్రుడు యోగమును పొందెననియును,  $\psi_2$  - దగ్గరనున్నపుడు (అనగా సూర్యచంద్రులు  $180^\circ$  తేడాగల రేఖాంశములందున్నపుడు) షడ్భాంతరము నొందెననియును,  $\psi_3$ ,  $\psi_4$  -లయొద్దనున్నపుడు (అనగా సూర్యచంద్రులు  $90^\circ$  తేడాగల రేఖాంశములందున్నపుడు) పాదస్థమున నుండెననియును పేర్కొందురు.

యోగసమయములో భూసూర్యులకు నడుమగా చంద్రుడుండును. భూమివైపు ప్రదర్శితమైయుండు చంద్రగోళార్ధభాగ మాసమయములో సూర్యకిరణములచే దీప్తిమంతముకాదు. అందుచేత చంద్రు డప్పుడు మనకు కనపడడు. అదే అమావాస్య. చంద్రుడు షడ్భాంతరము నొందినపుడు భూమి వైపుకు తిరిగియుండు చంద్రగోళార్ధభాగము పూర్తిగా సూర్యకిరణములచే ప్రకాశితమైయుండును కాబట్టి ఆనాడు చంద్రుడు నిండుబింబముగా గోచరమగును. అది పూర్ణిమ. సూర్యునిచే దీప్తిమంతమైన చంద్రగోళార్ధభాగమందు మనవైపు ప్రదర్శితమైయున్న అర్ధభాగములో సగమే చంద్రుడు పాదస్థముననున్న సమయమందు యిమిడియుండుటవలన ఆనాడు చంద్రబింబము అర్ధబింబముగా ప్రత్యక్షమగును. అది అష్టమినాటి దృశ్యము. ఇక యోగమునకును పాదస్థమునకును మధ్యకాలములో మనవైపు ప్రదర్శితమైయున్న చంద్రగోళార్ధభాగములో చాల

తక్కువమేరయే సూర్యుని చే కాంతిమంతమైయుండును. చంద్రోపరితలము వెలుగుగానుండుటవలన ఆనాడు కాంతిమంతమైయున్న ఆభాగము వంకవలె గోచరమగును. శుద్ధ ద్వితీయ తృతీయలలో అది సామాన్యముగా మనకు కనిపించేదృశ్యము. అట్లే మిగిలిన కళలనుకూడ విశదీకరింపవచ్చును. ఈవిధముగా అమావాస్యనాడు కళారహితుడైయున్న చంద్రుడు దినదినాభివృద్ధినిపొంది పౌర్ణమినాటికి షోడశకళాపరిపూర్ణుడై, అంతటినుండి దినదినక్షయమొందుచు తిరిగి అమావాస్యనాటికి కళావిహీనుడైయుండును.

శుద్ధ ద్వితీయ, తృతీయ ప్రాంతములలో చంద్రబింబమందు వంకగానున్న భాగ మెక్కువదీసి మంతముగా గోచరమగుటయేగాక బింబమందలి మిగిలిన భాగముకూడ అత్యల్ప దీప్తితో కనపడునని పేర్కొనియుంటిమి. 'నూతనచంద్రుని ఒడిలో ప్రాతచంద్రుడని' ఆదృశ్యమును వర్ణింతురు. భూమి తనపైపడిన సూర్యకాంతిలో కొంతభాగమును చంద్రగోళము మీదికి పరావర్తనమొనర్చును. చంద్రుని వెన్నెల భూమిపై పడినట్లు భూరశ్మి చంద్రగోళములో మనవైపునకున్న భాగముపైపడి దానిని తక్కువతరహాలో దీప్తిమంతమొనర్చుటవలన సూర్యరశ్మిపడని చంద్రగోళభాగముకూడ కనపడుచున్నది.

చంద్రుడు షడ్భాంతరమునొందినపుడు సూర్యచంద్రులకు నడుమ భూమియుండును. కాబట్టి సూర్యకాంతి చంద్రుని చేరకుండ భూమి అడ్డుతగులదాయని మనకొకసం దేహము కలుగవచ్చు. 30 వ చిత్రమును జాగ్రత్తగా పరిశీలించినయెడల మనసందేహము సులభముగా నివృత్తియగును.



### 30 వ చిత్రము

నూ - సూర్యుడు

అ - అమావాస్య

భూ - భూమి

పా - పౌర్ణమి

చ - చంద్రుడు

గజ - పాతముల తలమును నూచించురేఖ

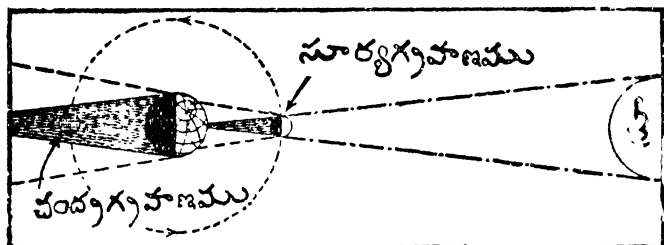
భూచంద్రుల కక్ష్యలతలములు ఏకతలమునలేవుగదా. అని పరస్పరము ఖండించుకొనుచునున్నవలకు పాతములనిపేరు. చంద్రునితలకక్ష్యలో సంచరించుచు ఉత్తరాభిముఖుడై క్రాంతి వృత్తతలమును దానునప్పటి పాతమునకు ఉచ్చపాతమనియును, దక్షిణాభిముఖుడై క్రాంతివృత్తతలమును దానునప్పటి పాతము నకు నీచపాతమనియును పేర్లు. ఉచ్చపాతమును రాహువని యును, నీచపాతమును కేతువనియునుకూడ వ్యవహరింతురు. పాతములును భూమియునున్న సమతలమునకు ఊర్ధ్వభాగ మున షడ్భాంతరసమయములో చంద్రుడుండును ; అందువలన భూమియొక్క ఊర్ధ్వభాగమునుండి సూర్యకాంతి చంద్రగోళ మునుచేరి దానిని దీప్తియుత మొనర్చుచున్నది.

### గ్రహణములు

చంద్రుడు కలుగజేయుచున్న యొకవిచిత్రసంఘటన గ్రహణములు. భూసూర్యుల నడిమికి చంద్రుడువచ్చి సూర్య

కాంతి భూమిని చేరకుండా అడ్డుకొనినప్పుడు భూవాసులకు సూర్యుడు కనపడకుండా అప్పుడు సూర్యగ్రహణము కలుగుచున్నది. ఇక భూమినీడద్వారముగా చంద్రుడుపోవుట తటస్థించినప్పుడు, పరావర్తనకాంతితో ప్రకాశించు నాగోళమునకు తగినంత సూర్యరశ్మి లభ్యముకాకపోవుటవలన చంద్రగ్రహణ మేర్పడుచున్నది. సూర్యగ్రహణ మమావాస్యనామను, చంద్రగ్రహణము పౌర్ణమి<sup>1</sup>జనను కలుగును.

భూమి, చంద్రుడు, సూర్యుడు వరుసగా ఇంచుమించొక సరళరేఖయందున్నప్పుడే గదా సూర్యగ్రహణము కలుగుటకు వీలున్నది! చంద్రుడు యోగముపొందుట పాతములవద్ద నున్నప్పుడు తటస్థించిననే యీనియము సిద్ధించును. అట్లే చంద్రుడు షడ్భాంతరమునొందుట పాతములవద్దనున్నప్పుడు సంభవించిననే



### 31 వ చిత్రము — గ్రహణములు

చంద్రగ్రహణము కలుగును. చంద్రుడు ఉచ్చపాతమువద్ద నున్నప్పుడు పట్టినగ్రహణములను రాహుగ్రస్తము లనియును, నీచపాతమువద్దనున్నప్పుడు పట్టినగ్రహణములను కేతుగ్రస్తము లనియును వ్యవహరింతురు.

చంద్రగ్రహణములందును సూర్యగ్రహణములందును కూడ సంపూర్ణగ్రహణములు, అసంపూర్ణగ్రహణములు అని రెండువర్గాలున్నవి. భూమినీడయందు చంద్రగోళము పూర్తిగ ముగుసుపడిపోయినపుడు సంపూర్ణచంద్రగ్రహణము కలుగుచున్నది. ఒక్కొక్కప్పుడు చంద్రగోళమందలి కొంతభాగము మాత్రమే భూచ్ఛాయయందు ప్రవేశించును. అప్పుడు సంపూర్ణచంద్రగ్రహణము సంభవించును. ఇక సూర్యగోళమును భూవాసుల కగపడకుండ పూర్తిగ చంద్రగోళము ముగుసుపరచగలిగినపుడు సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము కలుగును. కాని సూర్యగోళము చంద్రగోళముకంటె చాలపెద్దదిగాన సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము సాధారణముగ కలుగదు. అసంపూర్ణసూర్యగ్రహణమే యెక్కువగా కలుగుచుండును. అసంపూర్ణగ్రహణసమయములో సూర్యునియందేర్పడిన మొట్టి సూర్యలింబమం దొక ప్రక్కనుండును. కాని సూర్యగ్రహణములం దొక్కొక్కప్పుడు సూర్యలింబమధ్యభాగమున మొట్టి యేర్పడి సూర్యుడు కంకణరూపమున ప్రత్యక్షమగును. అట్టి గ్రహణమును కంకణసూర్యగ్రహణమని పేర్కొందురు. సూర్యగోళదృశ్యపరిమాణముకంటె చంద్రగోళదృశ్యపరిమాణమాసమయములో కొంత తక్కువగా నుండుటచేత సూర్యగోళమును పూర్తిగా చంద్రగోళము ముగుసుపరచలేకపోయినది.

భూచంద్రుల సంచారమునుగూర్చి శాస్త్రజ్ఞులు సమగ్రజ్ఞానమాప్తించిరి కాబట్టి భవిష్యత్తునందు గ్రహణము లెప్పుడు పట్టినో, భూతకాలమందని యెప్పుడుపట్టిననో, ఏసమయమం



ద్రేష్టదేశమున పట్టిన గ్రహణ మేరీతిగనున్నదో మున్నగు ననేక విషయములనుగూర్చి సులభముగా నాదేశించవచ్చును. ఒకసారి కలిగిన గ్రహణమునందలి 0585.32 నిమిషముల వ్యవధిలో మరల మరల కలుగుచుండును.

భౌ తి ర ల ఙ్గ ణ ము లు

వ్యక్తికంఠో చంద్రుని చూచినపుడు శైల్లబింబముపై కాంతిహీనమైన పెద్దమచ్చ మనకు కనపడును. ఆమచ్చ యాకారము నాధారముచేసికొని 'పొన్న చ్చెట్టినీడను కూర్చుండి ముసలమ్మ యేకులు నడకుచున్నదనియు, జంక మేతమేయుచున్నదనియు' నేమేమోగాథలు చెప్పుదురు. కాని దూరదర్శినితో చంద్రుని యవేర్తించినయెడల ఈగాథలు కేవలము కట్టుకథలని మనకు శైల్లమగును. చంద్రబింబములో నల్లనిమచ్చగా గోచరమగుచున్న భాగము విశాలమైనబయలు. చంద్రగోళతలము నున్నగాలేదు. భూతలమునలెనే అదేసైతము మిట్టపల్లములతో కూడియున్నది. అక్కడక్కడ విశాలమైన బయళ్ళు, ఎత్తైన పర్వతములు, లోతైన లోయలు గలవు.

చంద్రుని పరివేష్టించి వాతావరణము లేకపోవుటవలన దూరదర్శినిసాహాయ్యమున చంద్రగోళోపరితల లక్షణములనువివరముగా శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొనగలిగిరి. భూగోళవైస్థితికస్వరూపముకంటె చంద్రగోళవైస్థితికస్వరూపము వారికి బాగుగా తెలియునన్న నతిశయోక్తికాదు. కాని చంద్రగోళమందలి యొకేంద్రభాగ మెల్లప్పుడు భూమివైపు ప్రదర్శితమై యుండుట వలన వారి యనుశీలనములన్నియు నాయుద్ధభాగమునకే పరిమితమైయున్నవి.

దూరదర్శినితో చూచినపుడు చంద్రగోళమందు విశాల  
 మైన మైదానములు, ఎత్తైనపర్వతములు, విచిత్రమైన గర్త  
 ములు గోచరమగును. వీనిలో గర్తములు చంద్రగోళతలము  
 నకు ప్రత్యేకమైన వైస్సర్గిక స్వరూపములు. దూరదర్శిని సాహా  
 య్యమున రమారమి 30,000 గర్తములను శాస్త్రజ్ఞు లవే  
 క్షించిరి. సామాన్యముగా 3 వి వలయాకారమున నుండును.  
 వీనివ్యాసములు కొన్ని అడుగులు మొదలు కొన్ని మైళ్ళవరకు  
 నుండును. ఇంతవరకు సవేక్షితమైనవానిలో గర్తిష్టవైశాల్యము  
 గల గర్తముయొక్క వ్యాసము రమారమి 140 మైళ్ళు. ఈగర్త  
 ముల అంచులు వానిచుట్టునున్న ప్రదేశముకంటె రమారమి  
 10,000 అడుగులు ఎత్తుగ నుండును. ఇక గర్తముల గర్భములు  
 కొన్నింటిలో ఆప్రక్కనున్న ప్రదేశముకంటె నెత్తుగను, మరి  
 కొన్నింటిలో లోతుగను నుండును. కొన్ని గర్తములనడుమ  
 నెత్తైన పర్వతశిఖరములుండుటకూడ గలదు. ఈగర్తము లెల్ల  
 ర్పడినవో శాస్త్రజ్ఞులంతవరకు సరిగా తెలిసికొనలేకపోయిరి.  
 భూతలమందు అగ్ని పర్వతములముఖము లేరీతిగా నేర్పడు  
 చున్నవో ఆరీతిగనే చంద్రగోళతలమం దీగర్తము లేర్పడినవని  
 కొందరి యభిప్రాయము. కాని కొందరీవాదము సంగీకరించుట  
 లేదు. చంద్రగోళముపై పడినఉల్కలు అతితీవ్రముగా నాతల  
 మును సంఘాతించుటచేత నీగర్తములేర్పడుచున్నవని వారు  
 వచించుచున్నారు. కాని భూమిపై అరిజోనాయందుతప్ప ఉల్లల  
 వలన పెద్దగర్తములు మరియొక్కడి నేర్పడలేదు. అందుచేత  
 భూమికంటె తక్కువ ద్రవ్యసంచయమును, తన్మూలముగా  
 తక్కువ గురుత్వాకర్షణబలమును కలిగిన చంద్రగోళమందు

ఉల్క-లవలన సట్టి పేదగర్తము లనేకము లేర్పడుట సాధ్యము కాదని వాచియనుమానము.

ఇటీవల ఐప్పట్టప్రభృతివిజ్ఞానులు ఉత్సస్థులమల్కా-వాదము అనునొక క్రొత్త సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించి, చంద్ర గోళతలముపైనున్న గర్తములు ఉల్క-లవలననే యేర్పడుచున్నవను నభిప్రాయమును బలపరచుచున్నారు. ఈసిద్ధాంతప్రకారము విపరీతవేగముతో సంచరించుచున్న ఉల్క-కు అమేయమైన గతిజ శక్తియుండును కాబట్టి అకస్మాత్తుగా ఆప్రచేయబడినపు డది ఊహితీతమగు నుద్రేకముతో ఉత్సస్థులనము చెందును. ఉల్క-యొక్క వేగము సెకనునకు 40 మైళ్ళున్నచో, ఆకస్మికముగా ఆప్రచేయబడినపుడది 'హైసమైట్' కంటె 400 రెట్లు ఎక్కువ శక్తితో బ్రష్టలగును. చంద్రగోళముపై సట్టి అధికవేగముగల ఉల్కలు పడుచుండెడివని మనము భావించినచో, వానివలన ఫలితములగు ఉత్సస్థులనమువలన గర్తము లేర్పడినవని భూప్రచేయవచ్చును. కాని యీవాదమునుకూడ పలువురు శాస్త్రజ్ఞు లంగీకరించుట లేదు.

గర్తము లేక్కువగా లేనితావులందు చంద్రగోళతలము నువిశాలమైనసమతలముగ గోచరమగును. ఈప్రదేశములను సముద్రములని ఆదిలో వాని నవేక్షించిన గెలిలియోవిజ్ఞాని భ్రమపడెను. కాని చంద్రగోళతలమందు జలముండుట కవకాశము లేదుగాన అవి సముద్రములగుట అసంభావ్యమే. గర్తములనుండి పైకెగిరివచ్చిన లావా క్రమముగా ఘనీభవించి చదునైన మైదానములుగా నేర్పడిన నేర్పడియుండవచ్చు.

గర్తములున్నప్రదేశములో ఎగువదిగుడుగనున్న చంద్రగోళ తలము తనపైబడిన సూర్యకాంతిని అన్నిదిశలలోను పరావర్తన మొనర్పగలుగుటచే ఆభాగము లెక్కువ దీప్తిమంతములుగా గోచరములగుచున్నవి. ఇక చదునుగానున్న మైదానప్రదేశములు ఏదోయొక దిశగామాత్రమే తమపైబడిన సూర్యకాంతిని పరావర్తన మొనర్పగలవు. అవేక్షకు డాదిత్యోనుండుట సంభవింపకున్నచో ఆభాగములు కాంతిహీనమైన ప్రదేశములుగా నాతని కభివ్యక్తమగును. 'పొన్న చెట్టుక్రిందముసలమ్మ' యున్న చంద్రగోళభాగము ఇట్టి విశాలమైన మైదానములలో నొకటియని వేరేచెప్పనక్కరలేదు. మేరె నెవ్హారిస్, మేరె ఫోకస్ డిటాటిస్, మేరె ట్రాన్సిల్లిటాటిస్, మేరె సెమ్నిటాటిస్ మున్నగునవి మరికొన్ని మైదానప్రదేశములు.

చంద్రగోళమందు పర్వతపంక్తు లెక్కువగలేవు. ఇక నున్నవైనను మిక్కిలి యెత్తైనవిగావు. చంద్రగోళములో ఉత్తరాధ్యగోళమందుకంటె దక్షిణాధ్యగోళమందున్న పర్వతపంక్తుల సంఖ్య హెచ్చు.



# గ్రహములు

## అంతర్గ్రహములు

భూసూర్యుల మధ్యప్రదేశమందు తమ నియమితకక్ష్యలలో సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న బుధ, శుక్రులను అంతర్గ్రహములను పేరుతో వ్యవహరింతురని లోగడ పేర్కొనియుంటిమి. వీనిలో సూర్యునకు దగ్గరగానున్న గ్రహము బుధుడు ; ఆతరువాతిది శుక్రుడు. బుధ శుక్రగ్రహముల నేదేళీయులు మొట్టమొదట కనుగొనినారో మనము చెప్పలేము. ప్రాచీననాగరకతగల ప్రతిదేశఖగోళవాఙ్మయమందునుకూడ వీనిప్రస్తావన యేదో సందర్భమున మనకు వినిపించుచునేయుండును. కాని యీగ్రహములనుగూర్చి, అందును ముఖ్యముగా బుధుగూర్చి మానవుడింతవరకును తెలిసికొన్నది చాల తక్కువ. భవిష్యత్తులోకూడ బహుశః ఆతడంతకంటె నెక్కువగా వానినిగూర్చి తెలిసికొనలేడేమో !

బుధగ్రహమునుగూర్చి మానవుడింతవరకు నెక్కువగా తెలిసికొనలేకపోవుటకు ముఖ్యకారణము దాని సాపేక్షదీప్తి తక్కువగుటయే. దూరముననున్న ఒక వస్తువునుగూర్చి విశేషముగా మనము తెలిసికొనవలెనన్నచో ఆ వస్తువును శాస్త్రీయ పరికరసాహాయ్యమున నైనను మనము చూడగలిగియుండవలెను. అందులకై ఆవస్తువు స్వయంప్రకాశకమైనను కావలెను ; లేదా పరావర్తితకాంతితో నైనను తేజరిల్లవలెను. ఈసందర్భములో దాని సహజదీప్తికంటె సాపేక్షదీప్తి యెక్కువగా పరిగణనము

నకు నచ్చును. కటికిచీకటిలో ఆముదపుదీపముకూడ చాల ప్రకాశవంతముగనే కనపడును ; కాని 'గేస్‌లైట్' కాంతిలో నది వెలవెలబోవును. దీనికి కారణము ఆముదపుదీపపుదీప్తి 'గేస్‌లైట్' దీప్తికంటె సాపేక్షముగా తక్కువగుటయే.

గ్రహములన్నిటివలెనే బుధగ్రహముకూడ తనపైపడిన సూర్యకాంతివలననే ప్రకాశించుచున్నది. బుధగ్రహము సూర్యునకెక్కువ దగ్గరగ నున్నది కాబట్టి దానిని చేరుకొను సూర్యకాంతిశీత్యత చాలహెచ్చుగ నుండును. కాని సూర్య కుటుంబములోని యితరగ్రహములకంటె బుధగ్రహతలమునకు సూర్యకాంతిని పరావర్తన మొనరించు సామర్థ్యము మిక్కిలి తక్కువ. అందుచేత '0' పరిమాణముగల నక్షత్రదీప్తినుండి 1.2 పరిమాణము గల నక్షత్రదీప్తివరకును దానిదీప్తి మారు చుండునుగాని అంతకుమించి యెన్నడును నుండదు. అనగా బుధగ్రహము నీచస్థితియందున్నపుడు వేగా నక్షత్రముకంటె కొంచెమెక్కువ ప్రకాశవంతముగాను, ఉచ్చస్థితియందున్నపుడు పోలకునక్షత్రదీప్తియంత దీప్తితోను ఆకాశమున తేజరిల్లు చుండును. అర్ధరాత్రిసమయమందైనచో ప్రకాశవంతమైన మూర్తిగా ప్రత్యక్షమగుట కీదీప్తి బుధగ్రహమునకు చాలును. కాని బుధగ్రహ మెన్నడును సూర్యునకు 28 అంశలకంటె నెక్కువదూరమున ఆకాశమందగపడదు. అందుచేత సూర్యుడు లేనిసమయములో సూర్యోదయాత్పూర్వమందు కొద్దిసేపుగాని, సూర్యాస్తమయాత్పూర్వమందు కొద్దిసేపు గాని మాత్రమే ఆకాశములో నది గోచరమగుచుండును. ఆకాశములో సూర్యుడు లేకపోయినను సూర్యోదయాత్పూర్వమందు కొంతసేపును,

సూర్యాస్తమయాత్పరమందు కొంతతడవును దిబ్బండలప్రాంతమున సంజ వెలుగుండును. ఈ వెలుగులో బుధగ్రహముండుట చేత దానిసావేక్షదీప్తి తక్కువగనుండును. అందువలన దాని నాసమయమున నవేక్షించుట కష్టసాధ్యమగుచున్నది. ఇక దివాసమయమందన్నచో సూర్యునికాంతిలో నది పూర్తిగా మరుగుపడియుండునుగాన అప్పుడది కనిపించనే కనిపించదు.

వట్టికంటితో చూచి సామాన్యలెవరును బుధగ్రహమును కనుగొనలేరు ; కాని గగనావేక్షణయం దారి తేరినవారు మాత్రము వట్టికంటితోనే సులువుగా దానిని గుర్తింపగలరు. వట్టికంటికి గుండ్రనిబింబమువలె బుధగ్రహము గోచరించును. కాని దూరదర్శినితో కొన్ని దినములు వరుసగా దాని నవేక్షించి నట్లయిన చంద్రునివలె అదికూడ కళలను ప్రదర్శించుటను మనము కాంచనచ్చును. భూవాసులకు అంతర్గ్రహములైన బుధ శుక్ర లిద్దరును కళలను ప్రదర్శింతురు. చంద్రునికి కళ లే హేతువుచేత నేర్పడుచున్నచో ఈగ్రహములకుకూడ నదేకారణమువలన కళలు సంభవించుచున్నవి.

వట్టికంటితో చూచినపుడు చంద్రుని కళలవలె బుధ శుక్రల కళలు స్ఫుటముగా కనిపించవు. మనదృష్టిని పెంపొందించు సాధనము లున్నచో వానిసాహాయ్యమున అంతర్గ్రహముల కళలను పరిశీలింపవచ్చునని కోపర్నికన్ విజ్ఞాని వచించెను. ఆతరువాత దూరదర్శినిని నిర్మించి శుక్రుని కళలను మొట్టమొదటి సారిగా గెలీలియో మహావిజ్ఞాని అవేక్షించెను. కాని ఆయన దూరదర్శినియొక్క అధికీకరణసామర్థ్య మంత యెక్కువకాక

సోమవారము బుధుని కళ లాయనకు కానరావేను. ఆయన  
యనంతరము చాలకాలమునకు దూరదర్శినిపరికిరమును బాగుగా  
పెంపొందించుకొని బుధునికళలనుకూడ శాస్త్రజ్ఞులవేక్షింప  
గలిగిరి.

చంద్రునివలెనే బుధ శుక్రగ్రహములుకూడ కళలను  
ప్రదర్శించుచున్నను, కళలవలన సీగ్రహములదీప్తితో హెచ్చు  
వ్యత్యాసము కానరాను. పేదమినాటిచంద్రుడు నిండు  
చంద్రుడు. అప్పుడాయనదీప్తి అత్యధికము. ఇక శుద్ధచతుర్థి  
మున్నగు దినములలో చంద్రుడు నెలవంకగా గోచరించును.  
నెలవంకగానున్న సమయములో చంద్రునిదీప్తి చాలతక్కువ.  
కాని బుధశుక్రగ్రహములుమాత్రము నిండుగా నున్నప్పటికంటె  
నెలవంకగానున్నప్పుడే యెక్కువ దీప్తిమంతములై యుండును.  
నిండుగానున్న సమయములందుకంటె నెలవంకగానున్న సమయ  
ములలో నాగ్రహములు భూమికి మిక్కిలి చేరువగుండుటయే  
అందుకు కారణము. శుక్రుడు నిండుగానున్నప్పటి భూశుక్రల  
నడిమిదూరముకంటె నెలవంకగానున్నప్పటి యాదూరము  
ఆరింతలు తక్కువగా నుండును. అందుచేత నిండుగానున్న  
సమయములో కొంచెము చిన్నదిగను, తక్కువదీప్తిమంతము  
గను, నెలవంకగానున్న సమయములో పెద్దదిగను, తేజో  
వంతముగను శుక్రగ్రహముండును. చంద్రవంక శుద్ధచతుర్థి  
నాడేయాకారమున నుండునో ఆయాకారమును శుక్రబింబము  
పొందినపుడు శుక్రునిదీప్తి గరిష్ఠమై యుండును. భూసూర్య  
లను కలుపునట్టిదేఖను శుక్రగ్రహ మేసమయమున దాటునో

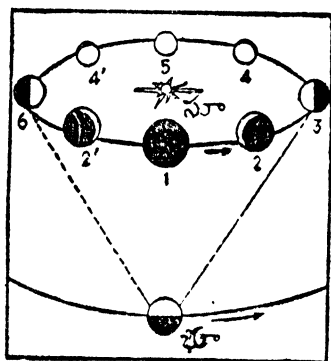


ఆసమయమునకు 36 దినములు ముగించు వెనుకను శుక్రగ్రహ మృత్యుకారమును పొందెనుగాన అప్పుడే దానిదీప్తి గల్గియుండును. ఆసమయమునుండి భూసూర్యులను కలుపునట్టి రేఖను శుక్రగ్రహము గమింపించినకొలదియు భూశుక్రల నడిమిదూరము క్షీణింప, శుక్రగ్రహపు నెలవంకపోవుచు అగ్రక మగును గాని దానివెడల్పు క్రమమగా క్షీణించుటవలన శుక్ర గ్రహదీప్తి తగ్గును.

సూర్యచంద్రులుగాక మిగిలిన సభ్యమూర్తులందఱెల్ల నెక్కువ దీప్తిమంతముగా భూవాసులకు గోచరమగునది శుక్ర గ్రహమే. అదంతి యెక్కువదీప్తిమంతముగా కనపడుటకు ముఖ్యకారణము భూమికి, సూర్యునకునుకూడ అది మిక్కిలి చేరువగనుండుట ; పైగా దానిచేరిన సూర్యకాంతిలో నూ 33 57 పాళ్ళ వరి సరావర్తన మొనర్చుచున్నది. బుధగ్రహము తననుచేరినసూర్యకాంతిలో నూ 37 పాళ్ళను మాత్రమే సరావర్తన మొనర్చగలదు.

అంతర్లీహములైన బుధశుక్రలు రెండునుకూడ జెల్లి వారుజామునగాని సూర్యాస్తమయమైన వెంటనేగాని గోచర మగును. అధరాశ్రితమయమున నెన్నడును నవి స్రవ్యక్షము గావు. సూర్యునినుండి బుధగ్రహము 28 అంశలకంటె నెక్కువ దూరమునను, శుక్రగ్రహము 48 అంశలకంటె నెక్కువదూరము నను ఎన్నడును ఉండవు. కాబట్టి సామాన్యముగా బుధ గ్రహముకంటె శుక్రగ్రహము రాశ్రితమయమం దాకాశములో కనిపించుకాలము కొంచెమెక్కువగనుండును. బుధశుక్రగ్రహ

ములను చెల్లెనాచుచును కనుపించుచుండల వేగుచుక్కలగుమును, దీనిమునుపెట్టినతిమివారి గ్రహ్యక్షయైసయెడల సంధ్యాతారలనియును పేర్కొందురు. ఈగ్రహము వీరీసిగా కొన్నిదినములు సంధ్యాతారలుగను, మరికొన్ని దినములు వేగుచుక్కలుగను కనపడుటకు కారణము భూమ్యాబట్టి వానిగ్భాసములతో పుచ్చుమార్పు. భూవేగముకంటె నీగ్రహములవేగము లధికములగుటవలన నీమార్పు సంభవించుచున్నది. 32 వ చిత్రములో లోపలి



32 వ చిత్రము

అంతర్గ్రహకళలు.

1- అంతరయోగము. రాత్రికాలములో గ్రహము కనిపించును.

2, 2'- గరిష్ఠదీప్తి. నెలవంకవలెనుండును.

3- గ్రేటెస్టు టెస్టరన్ ఈలాం గేషన్. అర్ధబింబాకృతి.

5- బాహ్యయోగము. నిండుబింబము.

6- గ్రేటెస్టు ఈస్టరన్ ఈలాం గేషన్. అర్ధబింబాకృతి.

దీర్ఘవృత్తము అంతర్గ్రహకక్ష్యను, వెలుపలి దీర్ఘవృత్తము భూకక్ష్యను సూచించుచున్నవనుకొందము. భూసూర్యులును అంతర్గ్రహమును ఏకచిత్రయందుండునె, భూసూర్యులకు సమమగా అంతర్గ్రహమున్నపుడు ఆఅంతర్గ్రహము అంతరయోగమును పొందియున్నదందుకుగదా. అంతరయోగసమయములో అంతర్గ్రహసూర్యులు ఒకేసభోరేఖాంశయందుండుటచేత అంతర్గ్రహము సూర్యుతో నుదయించి సూర్యునితోనే యస్తమిం

చును. అంతఃపరమ సతి యుక్తమిచ్చియుండును. చిత్రములో  
 1- అనునది అంతర్గ్రహముయొక్క అంతరయోగస్థానమును  
 సూచించును. అంతర్గ్రహ, భూముల భిన్నపరిధిమణివేగముల  
 వలన అంతరయోగము తరువాత అంతర్గ్రహ, సూర్యుల సభో  
 రేఖాంశలు మారును. కాబట్టి అంతర్గ్రహము సూర్యునికంటె  
 తరువాత నుదయించి, సూర్యునికంటె తరువాత సర్వమించుట  
 చేత సూర్యాస్తమయమైన వెంటనే ఆకాశములో పశ్చిమభాగ  
 మున సంధ్యాతారగా గోచరమగును. అంతర్గ్రహము తనకక్ష్య  
 యందు చరించునపుడు అంతర్గ్రహస్థానమును భూస్థానముతో  
 కలుపురేఖ ఆ అంతర్గ్రహకక్ష్యను స్పర్శరేఖయైనచో సృష్టి  
 యందు అంతర్గ్రహసూర్యుల సభోరేఖాంశల యంతర మత్య  
 ధికమై అంతర్గ్రహము సూర్యునినుండి గరిష్ఠదూరములో ఆకాశ  
 మున కనపడును. చిత్రములో 3, 6- అనునవి అంతర్గ్రహము  
 యొక్క అక్షిప్తానములను సూచించును. చిత్రములో 3-  
 నందునలె అంతర్గ్రహము సూర్యునకు పశ్చిమమున గరిష్ఠదూర  
 ములోనున్నచో నది 'గ్రేటెస్టు వెస్టరక్ ఈలాంగేషక్' ను  
 పొందినదనియును, చిత్రములో 6- నందునలె సూర్యునకు  
 తూర్పున గరిష్ఠదూరములోనున్నచో నది 'గ్రేటెస్టు ఈస్టరక్  
 ఈలాంగేషక్' ను పొందినదనియును పేర్కొందురు. 'గ్రేటెస్టు  
 వెస్టరక్ ఈలాంగేషక్' తరువాత అంతర్గ్రహము మహాయోగ  
 స్థితిని సమీపించినకొలదియు అంతర్గ్రహసూర్యుల సభోరేఖాం  
 శల యంతరము క్షీణింప, అంతర్గ్రహము తిరిగి సూర్యునకు  
 క్రమముగా దగ్గరగా వచ్చును. మహాయోగమునకు పిమ్మట

తిరిగి అంతర్గ్రహసూర్యుల సహోదభాంశల యంతరము పెంపొందగా, అంతర్గ్రహము సూర్యోకంపై ముందుగనే యుదయించి, తెల్లవాడనామున వేగుచుక్కగా ఆకాశములో తూర్పుభాగమున ప్రత్యక్షమగును.

చంద్రునివలెనే అంతర్గ్రహములుకూడ సూర్యగ్రహణములను కలుగజేయును. కాని అంతర్గ్రహములు కలుగజేయు సూర్యగ్రహణములను గ్రహణములను పేరుతో వ్యవహరింపరు. గ్రహక్రాంతిలను ప్రత్యేకనామముతో వానిని పేర్కొందురు.

ప్రతి అంతరయోగసమయమందును అంతర్గ్రహము భూసూర్యులనడుమకు వచ్చుచుకదా ! క్రాంతివృత్తతలమును, అంతర్గ్రహక్ష్యాతలమును ఏకతలమునలేవు ; అవి ఒకదాని కొకటి కొంచెము ఏటవాలుగనున్నవి. ఆకాశములో ఈరెండు తలములు ఖండించుకొనునట్టి బిందువులను పాతములని పేర్కొందురు. న్యూనయోగసమయమున నేదైన నొక పాతబిందువు నొడ్డగాని, దానికి సమీపమునగాని అంతర్గ్రహముండుట సంభవించినయెడల, క్రాంతివృత్తతలములో ఆ అంతర్గ్రహముండును. ఆసమయములో సూర్యుడు, అంతర్గ్రహము, భూమి యునుకూడ ఏకదిశలో నుండునుగాన సూర్యునకడ్డముగా అంతర్గ్రహముండును ; అంతర్గ్రహముయొక్క దృశ్యవ్యాసము సూర్య బింబదృశ్య వ్యాసమంత యుండినయెడల భూవాసులకు కనపడకుండ సూర్యగోళము నాయంతర్గ్రహమప్పుడు మరుగుబరచగలిగి యుండేది. కాని అంతర్గ్రహదృశ్యవ్యాసము చాలతక్కువ. అందుచే నాసమయమందది కాంతిమంతమైన సూర్యునిబింబ

ముపై ప్రయోజనమును సాధించుచున్న స్వల్పని మచ్చసలా భూవాసులకు గోచరింపగలను. ఈసంఘటననే గ్రహక్రాంతియని పేర్కొందురు.

భూ, బుధగ్రహక్షయాలముల పెరిస్పీయు ఖండించుకొను బిందువులను కలుపునట్టి తేదీను మే 7, నవంబరు 9 తేదీల ప్రాంతములోనే భూమిదాటానుకొంటున్న ఆసమయములలోనేగాని బుధగ్రహక్రాంతిలు సంభవించవు. ఇక పాతబిందువుల ప్రాంతమునకు భూ, బుధగ్రహములువచ్చుట మే నెలలోకంటె నవంబరు నెలలో ఎక్కువగా సంభవించును. అంచేత మే నెలలోకంటె నవంబరు నెలలో సంభవించునట్టి బుధగ్రహక్రాంతిలు ఎక్కువగనుండును. ఇటీవల 1940 సంవత్సరము నవంబరు 11, 1953 వ సంవత్సరము నవంబరు 14 తేదీలలో బుధగ్రహక్రాంతిలు సంభవించినవి. 1957 వ సంవత్సరము మే 6 వ తేదీని, 1960 వ సంవత్సరము నవంబరు 7 వ తేదీని బుధగ్రహక్రాంతిలు సన్నిహితభావికాలములో సంభవించునున్నవి.

శుక్రగ్రహక్రాంతిలు జూన్ 7, డిశంబరు 9 తేదీల ప్రాంతములో సంభవించును. కాని శుక్రగ్రహ అంతరయోగము లెక్కువ తరచుగా కలుగవు కాబట్టి బుధగ్రహక్రాంతిలంత తరచుగా శుక్రగ్రహక్రాంతి లేర్పడవు. ప్రస్తుతము శుక్రగ్రహక్రాంతిలు 8 సంవత్సరములు అంతరముగల జంటలుగా కలుగుచున్నవి. అట్టిజంట యొకటి 1874, 1882 సంవత్సరములలో సంభవించినది. తరువాతిజంట 2004 వ సంవత్సరము జూన్ 8 వ తేదీని, 2012 వ సంవత్సరము జూన్ 6 వ తేదీని కలుగజేయున్నది.

క్రాంతిసమయములో అంతస్సహమును జాగ్రత్తగా పరిశీలించుటవలన దానిగుర్చి కొంత విశేషసమాచారమును మనమార్జింపవచ్చును. క్రాంతిసమయమందు సూర్యబింబముపై బుధుడు నల్లని మచ్చవలెనేగాక సుంద్రబింబముగాకూడ గోచరించుటచే బుధగ్రహము గోళాకారమున నున్నదని శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ధారించినారు. మరియు ఆనల్లనిబింబము తీర్చిదిద్దినట్లుండుటచే బుధగ్రహము చుట్టును వాతావరణము లేదని నిశ్చయమునకుకూడ వారు వచ్చిరి. బుధగ్రహమును పరివేష్టించి వాతావరణము లేకపోవుటగల కారణము సరయుట కష్టము కాదు. బుధగ్రహము చాలచిన్నది. దానివ్యాసము 3,100 మైళ్ళు మాత్రమే. చంద్రునివ్యాసముకంటె నిది రెట్టింపు. అందుచేత దాని ద్రవ్యసంచయమును, తన్మూలమున దాని గురుత్వాకర్షణబలమును చాల తక్కువయనుటకు సందేహము లేదు. ఇక బుధగ్రహతలముపై తాపక్రమము మిక్కిలియెక్కువ కాబట్టి అక్కడ వాయువు బున్నయెడల వానిలోని అణువులు అధికచైతన్యవంతములై, మనవాతావరణములోని గాలుల కంటెనుకూడ అధికవేగముతో అటునిటు సంచరించుచుండును. కాని బుధగ్రహము అమితవేగముతో సంచరించుచున్న ఆగాలి అణువులను తనఅల్పఆకర్షణబలమువలన తన్నువిడిచి పైకి పోకుండ పట్టియుంచలేదు. అందుచేత ఆగాలిఅణువులు బుధగోళమును వదలి పైకెగిరిపోయినవి. కాబట్టి బుధగ్రహము చుట్టును వాతావరణము లేకపోయినది.

శుక్రగోళమును పరివేష్టించిమాత్రము సాంద్రమైన వాతావరణము గలదు. మిక్కిలి అగ్రీకరణసామర్థ్యముగల

దూరదర్శిని కోకూడ శుక్రగ్రహతలమును పరికించుట సాధ్యము కాకపోవుటచేత శుక్రగ్రహమును చుట్టియున్న వాతావరణము చాల దట్టముగ వైనను ఉండవలెననియును, లేదా శుక్రగ్రహ వాతావరణములో మిక్కిలి దళమైన మేఘములైనను ఉండవలెననియును శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు. వర్ణమాతా మాపకసాహాయ్యముతో శుక్రగ్రహవాతావరణరచననుగూర్చి ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులు గావించిన పరిశోధనములవలన అక్కడ కార్బన్ డైఆక్సైడ్ విరివిగానున్నదని విరితమైనది ; స్వేచ్ఛా స్థితిలోనున్న ఆక్సిజనిగాని, నీటియావిరిగాని అక్కడలేవు. అందుచేత భూతలమందున్న జీవరాశివంటిది శుక్రగ్రహగోళమందుండుట కవకాశములేదు.

శుక్రగ్రహమును చుట్టియున్న వాతావరణము దట్టముగా నుండుటవలన ఆగోళముపై స్థిరముగానున్న మచ్చ లేమియు మనకు ఆనుటలేదు. అందువలన శుక్రగ్రహము తనలో తాను తిరుగుచున్నదో లేదో నిర్ణయించుట శాస్త్రజ్ఞులకు సాధ్యమగుటలేదు. శుక్రము సూర్యునిచుట్టును తిరుగుట కెంతకాలము పట్టునో తనలోతాను తిరుగుటకకూడ అంతేకాలముపట్టునని యిటీవలివరకును శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచుండెడివారు. శుక్రము సూర్యునిచుట్టు తిరుగుటకు 225 దినములు పట్టును. శుక్రుని భ్రమణ పరిభ్రమణకాలములు సమానమగుటయే వాస్తవమైనచో శుక్రగ్రహగోళమందలి ఒకే యర్ధభాగమెల్లుప్పుడు సూర్యునికి ప్రదర్శితమై సదా దీప్తిమంతముగను, రెండవార్ధ భాగము సూర్యునకు మరుగుననుండి యెల్లుప్పుడు తమోపరివృత

మయ్యను ఉంచుననుట నిశ్చయము. అట్టియెడల దీప్తిమంతమైనభాగపు తాపక్రమమధికముగను, తమోభాగపు తాపక్రమము మిక్కిలితక్కువగను నుండియుండును. కాని ప్రత్యక్షావేక్షణలవలన చీకటిగనున్న భావింపబడుచున్న అర్ధభాగము నుండికూడ హెచ్చుఉష్ణము ప్రసారితమగుచున్నట్లు వినితమగుటచే ఆభాగమెల్లప్పుడు కటికిచీకటికాలవాలమైయున్నదని భావించుట సత్యముకాదు. కాబట్టి శుక్రగ్రహ మాత్మప్రదక్షిణముచేయుచు తనగోళమందలి ప్రతిభాగమును ఏదోయొక సమయములో సూర్యునకు ప్రదర్శించుచునేయుండవలెను. ఇక వర్ణమాలానూపకపరిశోధనలవలన శుక్రగ్రహభ్రమణవేగము భూభ్రమణవేగముకంటె చాలతక్కువయని స్పష్టమైనది. అందుచేత శుక్రగ్రహభ్రమణకాలము రమారమి ఒక నెలమైయుండునని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు.

బుధగ్రహభ్రమణకాలమునుకూడ నిర్ణయించుట చాలకష్టమే. బుధగ్రహమును పరివేష్టించి వాతావరణము లేకపోయినను, దానితలము సమానదీప్తితో వెలుగొందుటవలన మచ్చలేమియు దానియందు గోచరముకాకపోవుటచేత దాని భ్రమణకాలమును ప్రత్యక్షముగా నవేక్షించుటకు సాధ్యము కాకున్నది. ఏంటోనియాశి, టాంబాగ్ ప్రభృతి విజ్ఞానవరేఖ్యలతికప్తముమీద కొన్నిగుర్తుల నక్కడ కనుగొని వాసిసాహాయ్యమున బుధగ్రహభ్రమణ, పరిభ్రమణకాలములు సమానములనియును, తనగోళములో ఒకే అర్ధభాగము నెల్లప్పుడు సూర్యునికి ప్రదర్శించి యది పరిభ్రమించుచున్నదనియును నిర్ణయించినారు.



## భూ మి

సూర్యకుటుంబములో శుక్రగ్రహవారత సూర్యనక్షత్రేణ వగానున్న గ్రహము భూమి. సూర్యనక్ష 9,30,05,000 మైళ్ళ దూరములోనది యున్నది. ఇది శుక్రగ్రహలె భూమి యేకాకిగ సూర్యునిచుట్టును తిరుగుటలేదు. తనచుట్టును ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్న చంద్రునితో కలిపి అది సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నది. భూచంద్రులనుసూచి కెనుకా? ప్రకరణము లలో చర్చించియుంటిమి.

## కు జు దు

ఎఱ్ఱకొంతిలో ప్రకాశించుచు క్రాంతివృత్తమండలమందగపడు దీప్తిమంతమైన నభోమూర్తియే కుజుడు. భూమికొకవైపున శుక్రగ్రహను, వేరొకవైపున కుజుని కక్ష్యలనేర్పరచుకొని సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నాడు. కుజసూర్యుల సరాసరినడిమిదూరము 14,20,00,000 మైళ్ళు.

కుజగ్రహకక్ష్య భూకక్ష్యకు వెలుపలనున్నదిగాన కుజుడు భౌమగ్రహము. భౌమగ్రహముల ననుశీలించుటకు తగినసమయము అని షడ్భాంతరమందున్నపుడే. భౌమ్య గ్రహము, భూమి, సూర్యుడు వరుసక్రమములో నొకదిశయందున్నపుడు ఆభౌమ్యగ్రహము షడ్భాంతరమును పొందినదందురని లోగడ తెలిసికొనియుంటిమి. షడ్భాంతరసమయములో భూభౌమ్యగ్రహముల నడిమిదూరము సాధారణముగా కగిష్ఠ పరిమాణమును పొందును కాబట్టి వానినవేక్షించుటకది తగిన సమయము. కుజగ్రహకక్ష్య యొక్క-న వికేంద్రతను (0.09)

చెందియున్నది. అందుచేత షడ్భాంతరసమయములలో భూ కుజుల సహమిదూరములు భూకుజుల సాపేక్షస్థానములనుబట్టి మారుచుండును. కుజులు ఉచ్చస్థితియందున్నపుడు షడ్భాంతరముసంభవించినస్థితియన భూకు కుజసహమిదూరము 6,00,00,000

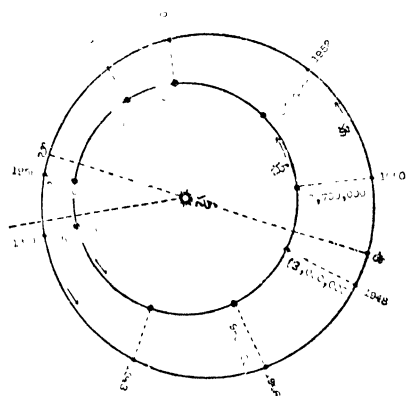
మైళ్ళకు మించియును, నీచస్థితియందున్నపుడు సంభవించినస్థితియన భూకుజుల సహమిదూరము 3,50,00,000 మైళ్ళకు లోపునను ఉండును.

కాబట్టి నీచస్థితియందున్నపుడు కుజునకు షడ్భాంతరము కలిగినచో అప్పుడా గ్రహము సవేక్షించుటకు మిక్కిలి అనువుగనుండును.

1956 వ సంవత్సరము సెప్టెంబరు నెలలో అట్టి

తరుణము మరల నాసన్నయు కానున్నది. సాధారణముగా 15, 17 సంవత్సరములకొకసారి నీచస్థితియందున్నపుడు కుజునకు షడ్భాంతరము కలుగుచుండును.

నీచస్థితియందున్న సమయములో కుజునకు షడ్భాంతరము కలిగినస్థితియన ఒక్క శుక్రడుతప్ప మిగిలిన గ్రహము లన్నిటికంటెనుకూడ హెచ్చుదీప్తితో నది తేజరిల్లును.



33 వ చిత్రము

ఉచ్చస్థాన సమీపమందున్నప్పుడుకంటె నీచస్థాన సమీపమందున్నప్పుడుసంభవించిన షడ్భాంతరసమయములలో కుజుడుభూవికి ఎక్కువదేరువగా నుండును.

సుమారు 75 రెట్లు అధికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శినితో కుజగ్రహము నాసమయమందవేక్షించినయెడల చంద్రబింబమంత పరిమాణముగల బింబముగా నది గోచరించును.

కుజగ్రహమునుగూర్చి జరిగినంత సమగ్రమైన అవేక్షణలు మరియొకతర గ్రహమునుగూర్చియు జరుగలేదు. కుజుడు భూమికి కొంతచేరువగనుండుటయు, కుజవాతావరణము పారదర్శకమై యుండుటయు సంచలన ముఖ్యకారణములు. దూరదర్శినితో నవేక్షించినపుడు కుజగ్రహము చాలమనోహరముగ నుండును. దాని ఉపరితలపై శాల్యములతో రమారమి అయి దింట మూడుపాళ్లు సమానదీప్తిగల నారంగవర్ణముతో ప్రకాశించుచు నయినానందకరముగ నుండునట! కుజుడు రక్తవర్ణముతో నాకాశమున ప్రకాశించుటకు కారణము ఆగ్రహోపరితలములలో హెచ్చుభాగ మిరీతిని నారంగవర్ణపు కాంతితో ప్రకాశించుటయే. కుజగ్రహఘ్రవములయొద్ద, ఒకప్పుడు శుక్రగ్రహము నొద్దను, వేరొకప్పుడు దక్షిణగ్రహమునొద్దను పర్యాయముగా తెల్లనిటోపీలవంటి మండలములు గోచరమగును. ఈమండలములు ఆచుర్ధగోళమందు శీతకాలము ప్రారంభమైననాటి నుండియు క్రమముగా విస్తరించి, వేసవికాలప్రారంభమై, యెండలు ముదిరినకొలదియు నెమ్మదిగా క్షీణించిపోవును. ఒకానొక సమయమందు కుజగ్రహ దక్షిణార్ధగోళములలో ఘ్రవ ప్రాంతమందేర్పడిన యిట్టి తెల్లని మండలముయొక్క వ్యాసము రమారమి 3,700 మైళ్ళవరకును పెరిగినదట! ఈ తెల్లని మండలములు మంచుచే నేర్పడుచున్నవనియు, నామండల

మందున్న మంచు వేసవికాలములో నెండలకు కరిగి శీతకాలములో చలికి తిరిగి పేరుకొనుచున్నదనియు శాస్త్రజ్ఞులు తలంచుచున్నారు.

తెల్లని మండలములు మాత్రమేగాక వేర్వేరు ఛాయలను, ఆకారములను, పరిమాణములను కలిగియున్న కాంతిహీనమైన నిఘనైన మచ్చలుకూడ కుజగోళతలముపై గోచరమగుచుండును. నిశితపరిశీలనవలన నీమచ్చల పరిమాణములోను, ఛాయలోను అప్పుడప్పుడు స్వల్పమైనమాపులు కలుగుచున్నట్లుల వ్యక్తమగును. కాని సామాన్యముగా నివి స్థిరముగనే యుండును. ఈమచ్చలున్న భాగములు జలాశయములనియును, నారంగవర్ణముతోనున్న భాగమంతయు ఎడారియనియు నొకానొకప్పుడు శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచుండెడివారు. తదనుగుణముగా వానికి పేరులనుగూడ వారేర్పరచిరి.

ఇటీవల మహాధికీకరణసామర్థ్యముగల దూరదర్శినుల సాహాయ్యముతో కుజగ్రహచ్ఛాయాచిత్రములను శాస్త్రజ్ఞులు తీసినారు. ఆ ఛాయాచిత్రములవలన కుజగ్రహమందలి ఋతువులనుబట్టి దానితలమందలి మచ్చలఛాయలలోను, ఒక్కొక్కప్పుడు వానిపరిమాణములోనుకూడ మాపులు వచ్చుచున్నవని విశదమైనది. వేసవికాలమారంభమై ధ్రువముచుట్టునున్న తెల్లనిమండలము సంగోచమును పొందుటతో నాభాగము కాంతిహీనమైన మండలముగా మారును. ఆతరువాత మరికొంత కాలమునకా కాంతిహీనమండలము అకుపచ్చవర్ణమును పొంది, అనేకచ్ఛాయలతో నొప్పుచు దూరదర్శినితో చూచినపుడు

కనుల కానందమును చేకూర్చును. ఇక నాయుధగోళమందు శీతకాలము ప్రారంభమగుటతో ఆ ఆకుపచ్చస్థాయి క్రమముగా నదృశ్యమై, ఆభాగములో కొంతమేర నారంగవర్ణమును, ధ్రువముదగ్గరభాగము తెల్లనిరంగును పొందును. ఈవిధముగా ఆమచ్చలున్న భాగముల స్థాయిలు ఋతువులననుసరించి మారుచుండుటచేత నవి జలాశయములు కావనియు, పచ్చని బయళ్ళనియు శాస్త్రజ్ఞులు తలచుచున్నారు. ఈభాగములనుండి పరావర్తితమైనకాంతిని యిటీవల క్యూపెర్ విజ్ఞాని పరీక్షించి, నాచుమున్నగు తక్కువజాతి మొక్కలక్కడనున్నట్లును, కాయలగు కాచెడి మొక్కలక్కడేనియును లేనట్లును సూచించినాడు.

ఈమచ్చలును, ధ్రువప్రాంతమందలి తెల్లనిటోపీలును గాక కుజగ్రహగోళతలమందు వేర్వేరు ప్రదేశములలో చిన్న చిన్న తెల్లని దీప్తిమంతమైన మచ్చలు అప్పుడప్పుడు గోచరించుచుండును. అవియన్నియు తాత్కాలికమైనవే. వానిలో కొన్ని కొన్నిగంటలసేపును, మరికొన్ని కొన్నిదినములవరకును ఉండును. ఇట్లు కొన్నిగంటలకాలముమాత్రమేయుండుమచ్చలు కుజగ్రహవాతావరణమందేర్పడిన తేనెమంచ సూర్యకాంతిని పరావర్తనమొనర్చుటచేత నేర్పడుచున్నవనియును, కొంత యెక్కువకాలముండునట్టిమచ్చలు కుజగ్రహవాతావరణమందేర్పడిన గాలిదుమారమువలన సంభవించుచున్నవనియును శాస్త్రజ్ఞు లూహించుచున్నారు.

పైని పేర్కొనిన మచ్చలును, ధ్రువప్రాంతమందలి తెల్లని టోపీలునుగాక కుజగోళతలమందు క్రమబద్ధముగానున్న

కొన్ని రేఖలనుకూడ తానన్వేషించినట్లు 1877 లో పియాపర్లెల్లి అను ఇటలీ దేశ ఖగోళవిజ్ఞాని ప్రకటించెను. ఈ రేఖలు ఎడారిభాగముద్వారమున నందలకొలదిమైళ్ళు వ్యాపించి పైనివివరించిన మచ్చలభాగములతో సంతమొందుచున్నవి. ఈ రేఖలను కనుగొనిన సమయములో పెద్దపెద్ద జలాశయములుగా నామచ్ఛలున్న భాగములు భావింపబడుచుండుటచేత కుజగోళవాసులు త్రవ్విన పెద్దపెద్దకాలునలే యీ రేఖలని అప్పుడువిజ్ఞానుభావించిరి. కాని ఆ సునికశాస్త్రజ్ఞు లావాదయు సంగీకరించుటలేదు. పైగా కొందరు ఖగోళవిజ్ఞానులు తమకవి గోచరమగుటయేలేదని నచించి, వాని యునికినే శంకించిరి. కాని విల్సన్ పర్వతవేధ శాలకు చెందిన పిటెర్స్ విజ్ఞాని తానీ రేఖలను చూచినట్లును, వాని నవేక్షింపగలుగుట అట్టి యవేక్షణములందు బాగుగా నారితేరినవారితేగాని సాధ్యము కాదనియును నచించుచున్నాడు. బహుశః 200 అంశముల దూరదర్శినితో 1956 లో సంభవింప నున్న షడ్భాంతర సమయమున కుజగ్రహము నవేక్షించినచో ఆ రేఖల తత్వము కొంతతేలునేమో !

కుజగోళతలమందు స్థిరముగానున్న మచ్చలనుబట్టి కుజ గ్రహభ్రమణకాలము 24 గం. 37 ని. 22.58 సెకనులని భూభ్రమణము నిర్ణయింపగలిగిరి. కుజగ్రహభ్రమణకాలమునకును భూభ్రమణకాలమునకును ఎక్కువభేదములేదు. ఇక భూమి యేరితగా భ్రమించుచున్నచో కుజగ్రహముకూడ అదేదిశలో భ్రమించుచున్నది. భూభ్రమణాక్షము క్రాంతివృత్త తలమున కెంత యేటవాలుగనున్నచో కుజగ్రహభ్రమణాక్షముకూడ

దానిపరిభ్రమణకక్ష్యాతలమున కించుమించు అంతయేటవాలు గనే యున్నది కాబట్టి భూగోళమంచువలెనే కుజగోళమందు కూడ ఋతువులు కలుగుచున్నవి.

కుజగ్రహమునకు రెండు ఉపగ్రహములు గలవు. వీనిని వనఫ్ హేల్ అను అమెరికాసంయుక్తరాష్ట్రవాసి 1877 లో కనుగొనెను. వీనిలో కుజునకు చేరువగానున్న ఫోబాస్ అను ఉపగ్రహము పడమట నుదయించి తూర్పున సత్తమించుచు, దినమునకు మూడుమారులు కుజగ్రహముచుట్టు పరిభ్రమించుచుండును. ఇక దూరముగానున్న డైమాస్ కొంతమందగతితో సంచరించునట్టి యుపగ్రహము. కుజగోళమున కేగుట మన కెన్నడైనను సాధ్యమైనచో డైమాస్ తో పందెమువేసికొన్నట్లు వేవేగమే సక్షతముల ప్రోభాగమున ఆకాశమందు సంచరించుచున్న ఫోబాస్ ను చూచి యెంతమురియుచుమో !!

ఆస్తిరాయిడులు

సూర్యునినుండి వివిధగ్రహములకుగల దూరములను తెలియజేయు నియమమును బోడేనిజ్ఞాని అన్వేషించునాటికి బుధ, శుక్ర, భూ, కుజ, గురు. శనిగ్రహములుమాత్రమే శాస్త్రజ్ఞులకు తెలిసియున్నవి. బోడే నియమమందు 10-ని భూ సూర్యుల నడిమిదూరముగా మనము పరిగణించినట్లయిన 4-బుధ సూర్యుల నడిమిదూరమును, 7- శుక్రసూర్యుల నడిమిదూరమును, 16- కుజసూర్యులనడిమిదూరమును, 52- గురు సూర్యుల నడిమిదూరమును సూచించుచుకదా. అయినచో 28- యేగ్రహమునకును సూర్యునకునుగల నడిమిదూరమును

నిరూపించును? అంతవరకు తెలిసిన గ్రహములన్నియు బోడే నియమముకు స్థూలముగా ననుసరించుచున్నవి కాబట్టి 28-అంకెకు సంబంధించిన గ్రహమొకటి తప్పక ఉండియుండవలెనని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడిరి.

బోడేశాస్త్రజ్ఞుడు, పైనియమమును ప్రతిపాదించుటకు పూర్వమే కొందఱు విజ్ఞానవిశారదులట్టి గ్రహమొకటి అంత రాశములో కుజగురులనడుమ కక్ష్యనేర్పరచుకొని సూర్యుని చుట్టును పరిభ్రమించుచుండవలెనని భావింపకపోలేదు. ఆ గ్రహము కనపడకపోవుటకు కారణము ఆ గ్రహవాసుల కపటవర్తనమునకు కుపితుడై పరమేశ్వరు డా గ్రహమును నాశనమొనర్చుటయేయని యూహించి కెప్లర్ విజ్ఞాని యంతటివాడుకూడ సంతృప్తుడయ్యెను. కాని పూర్వుల భావములకు విరుద్ధముగా శనిగ్రహమునకు వెలుపలనున్న యురేనస్ గ్రహము 1781 లో కనుగొనబడుటయున్న ఆ గ్రహమునకును సూర్యునకునుగల దూరము బోడేనియమము ననుసరించియే యుండుటయును శాస్త్రజ్ఞులకు చాలయాశ్చర్యమును కలిగించినది. అందుపై కుజగురుల నడిమిప్రదేశములో కక్ష్యనేర్పరచుకొని సూర్యునిచుట్టు పరిభ్రమించు గ్రహమొకటి యుండితీరవలెననియు, సూర్యునినుండి దానిదూరము బోడే నియమానుగుణముగకూడ నుండవలెననియు శాస్త్రజ్ఞులు విశ్వసించి, దాని యన్వేషణకై వెంటనే పూనుకొనిరి. వారిలో ముఖ్యముగా పేర్కొనదగినవారు ఫ్లాజాక్, ఫ్యూజివిజ్ఞానులు.

కుజగురుగ్రహములనడుమ నుండవలసిన ఆ గ్రహము భూమికి కుజగ్రహమెంతదూరమందున్నదో అంతకంటె ఎక్కువ



దూరమందే భూమినుండియున్నను, గురుగ్రహముకంటె భూమికి చేరువగానున్న దనుటగో సందేహములేదు. కాని అదియంతవరకు శాస్త్రజ్ఞుల అవేక్షణలకు చిక్కలేదు కాబట్టి పరిమాణమునందని గురుగ్రహముకంటె చాలచిన్నదనుట నిశ్చయము. అందుచేత కడుసమర్థతతో నవేక్షణలను సాగించిననేగాని ఆ గ్రహమును కనుగొనుట కష్టమని ఫాజాక్ విశ్వసించి ఆకార్యక్రమములో తనకు యోధులుకై మరికొందరు శాస్త్రజ్ఞులను కూడ నియమించెను. వీరందరు గగనతలమును 24 భాగములుగ జేసి, ఒక్కొక్క శాస్త్రజ్ఞు డొక్కొక్క భాగము నవేక్షించు నట్లేర్పరచుకొని 1800 సంవత్సరములో కార్యక్రమమును ప్రారంభించిరి.

సరిగా నదేసమయములో ఫయాజియను ఇటలీదేశ ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు సిసిలీదీప్వమందు గగనతలమున గోచరమగు నక్షత్రములనన్నిటిని సమగ్రముగా ననుశీలింపవలెనను సంకల్పముతో వాని నవేక్షించుచు, టారస్ రాశిలో 8-వ పరిమాణము గల నూతన ఖగోళము నొకదానిని కనుగొనెను. ఆతరువాత 1801 వ సంవత్సరము జనవరి 1-వ తేదీని ఆ నూతన ఖగోళమును మరల నవేక్షించునప్పటి కది తన తొల్లింట్టి స్థానములోగాక నూతనస్థానమున ప్రత్యక్షమయ్యెను. ఆ ఖగోళము నక్షత్రమైయుండిన ఆస్వల్పకాలవ్యవధిలో దానిస్థానమందు మార్పురాదు. అందుచే ఆయన యాశ్చర్యపడి దానినిగూర్చి పూర్తిగా తెలిసికొనుటకై జనవరి 24 వ తేదీవరకును దాని నవేక్షించుచునే యుండెను. ఈయవేక్షణలఫలి

తముగా నది నక్షత్రముకాదనియును, గ్రహమో భోక  
చుక్కయో అయి యుండవలెననియును ఆయన నిశ్చయించి,  
యావిషయమును బోధింపను, మరియొకశాస్త్రజ్ఞునకును తెలియ  
పరచెను. ఆతరువాత ఫిబ్రవరి 11 వ తేదీవరకు ఆతడా ఖగో  
ళము నవేక్షించుచునేయుండెను. కాని యంతలో నిరంతరా  
వేక్షణాజనితప్రయాసచే ఫయాజి వ్యాధిగ్రస్తుడగుటతో నా  
యవేక్షణ లంతటితో నాగిపోయినవి.

ఫయాజివాసినజాబు మార్చినెలచివరకుగాని బోధే  
పండితునకు చేరలేదు. ఆయన దానిని చూచుకొని, తన  
నియమమున కనుగుణముగా కుజగురుగ్రహముల నడుమనూండ  
వలసిన గ్రహము అదియో యైయుండునని విశ్వసించి, ఆఖగో  
ళముకొరకై యారాత్రియే గగనతలము నవేక్షించెను. కాని  
అప్పటికే యది సూర్యుని సమీపించుటచే ఆయనకు గోచరము  
కాలేదు ; సెప్టెంబరునెల చివరకుగాని మరల నది కనపడు నవ  
కాశముకూడ లేదు. ఇంతలో గాస్ అను జర్మనీదేశ యువక  
విజ్ఞాని ఫయాజి అవేక్షణఫలితముల నాధారముచేసికొని యా  
నూతనఖగోళకక్ష్యను గణించి, దానిని తిరిగి యవేక్షించునపుడు  
తొల్లింటిశ్రమనంతను పడ నవసరము లేకుండుటకై అది మరల  
నెన్నడు ప్రత్యక్షమగునో, ఆనాడు గగనతలమున నేవిశగా  
నవేక్షించినచో నది గోచరమగునోకూడ వివరించెను. తరు  
వాత సరిగా గాస్ చెప్పినదిగమున, ఆకాశములో ఆయనచెప్పిన  
ప్రదేశమందే ఫాజాక్ అనునాత డా గ్రహమును తిరిగి కను  
గొనెను. ఆమరుచటిదినమున ఆల్బెర్సు అను శాస్త్రజ్ఞుడుకూడ

దానిని స్వతంత్రముగా కనుగొనెను. వెంటనే సినిమాలో ప్రముఖ పేరున నీనూతనగ్రహమునకు నీరీస్ అని షాయా నామకరణ మొనర్చెను.

సూర్యసకను భూమికిని నడిమిదూరము 10 అంగుళముకొన్న వో సూర్యసకను నీరీస్ సకను గల సరాసరిదూరము 27.67 ఉండును. బోడేగిడుమకు ప్రకార మిదూరము 28.0 కావున సూర్యసమంబములో గురుకుల స మనందు యితర కాలము కనబడక దానియున్న గ్రహమనియేర్చుచు వివర మగును. 1800 సంవత్సరము వరకు సవేష్టించబడిన గ్రహము లందెల్ల నది పరిమాణమునందు చిన్నది. దీని వ్యాసము రిహారమి 480 మైళ్ళు. భూవ్యాసము 7,917 మైళ్ళు.

నీరీస్ గ్రహము కనుగొనబడిననాటినుండియు ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులందఱు తమ దూరదర్శినుల నాగ్రహము వైపు సజేల్చి, పదేపదే దానినే యవేష్టించుచుండిరి. ఆట్లే శాస్త్రజ్ఞుల కూడ సదేవిధముగ నానూతనగ్రహము సవేష్టించుచుండ నీరీస్ ప్రక్కనే వరియొక చిన్న ఖగోళము 1802 వ సంవత్సరము మార్చి నెలలో ఆయనకు గోచరమైనది. ఆనాటివాని పరిశోధ నలవలన నదికూడ నొకగ్రహమేయని స్పష్టమయ్యెను. దీనిపేరు 'పెల్లాస్'. భూసూర్యుల నడిమిదూరము 10 అంగుళము వో పెల్లాస్ సూర్యుల నడిమిదూరము 26.7 ఉండును. ఇది నీరీస్ కంటె పరిమాణమునందు కొంచెముచిన్నది. దీనివ్యాసము 301 మైళ్ళు.

నీరీస్, పెల్లాస్ నక్షత్రములను సమగ్రముగా ఆటెబ్బి విజ్ఞాని యనుశీలించి, వానియందు 'దనేకలక్షణములు' నరూ

సముద్రమున గోచరించుటచే నది లెంపను నొకపెద్దగ్రహమునకు విడిచినను ముక్కలైయుండవలెనను, సృష్టిముక్క లింకిను మురికొన్న యుండవచ్చునను ప్రతిపాదించెను.

ఆల్బెర్ట్ శాస్త్రిగారి యిప్రతిపాదన నాధారముగా చేసి కొన్ని ఆయల్బుగ్రహములను కనుగొనుటకై ఖగోళవిజ్ఞానులందరు తమ దూరదర్శినులను గగనతలమున నీరీస్, పెల్లాస్ లున్న భాగ మువైపు ప్రొద్దు యవేక్షింపసాగిరి. తత్ఫలితముగా కొన్ని వందల ఆల్బుగ్రహములు క్రమముగా సవేక్షితమైనవి. 1891 వ సంవత్సరమువరకును కేవలము దూరదర్శిని ద్వారమున కంటితో చూచి యీ ఆల్బుగ్రహముల సవేక్షింపుచుండెడివారు. 1891 వ సంవత్సరమునాగి కారీతిగా కనుగొనబడినవాని సంఖ్య 322. ఈయన్వేషణస్థలి యంతసామర్థ్యమైనదిగాదని హైడెల్ బర్గు వాసియైన మేస్సూర్ వాని విజ్ఞాని నిర్ధరించి, దానికి బదులుగా ఛాయాచిత్రగ్రహణవిధిని ప్రవేశపెట్టెను. ఈవిధియందు దూరదర్శిలో ఛాయాచిత్రఫలకము నమర్చి దానిని రమారమి ఒకగంటకాలము ఆకాశములో గురుకుజుల నడిమిప్రదేశము వైపు ప్రదర్శింపజేయుదు. నక్షత్రముల ద్వైకసంచలనమున కనుగుణముగా దూరదర్శిని పశ్చిమదిశగా తనఅక్షముపై సంచరించుచుండును కాబట్టి నక్షత్రములు చుక్కలవలెను నక్షత్రముల దృశ్యద్వైకసంచలనవేగములకువ్యత్యాసమైన వేగములను కలిగియున్న ఆల్బుగ్రహములు చిన్నగీతలవలెను ఆఛాయాచిత్రఫలకమునం దేర్పొందు. ఆ చిన్నగీతలనుబట్టి వాని ఉనికిని తెలిసికొందురు. ప్రతిసంవత్సరము వందలకొలది ఆల్బుగ్రహములు నేటికి నీరీతిగా కనుగొనబడుచున్నవి.

కుజగురులనడుమ కక్ష్యలనేర్పరచుకొని సూర్యునిచుట్టు పరిభ్రమించుచున్న యీ అల్పగ్రహముల నన్నిటినిచేర్చి 'ఆస్టెరాయిడులు' అని పేర్కొందురు. అల్పగ్రహములను పేరుతోనే వీనిని వ్యవహరించుటయును లేకపోలేదు.

ఆస్టెరాయిడు లల్పపరిమాణమూర్తులు. వీనిలో గరిష్ఠ పరిమాణముగలది సీరీస్. దానివ్యాసము 480 మైళ్ళు. కాని దాని యుపరితలపరావర్తనసామర్థ్యముమాత్రము మిక్కిలి తక్కువ. తనపైబడిన సూర్యకాంతిలో నూటికి ఆరుపాళ్ళను మాత్రమే అది పరావర్తనమొనర్చగలదు. అందుచేత తన కంటె తక్కువపరిమాణముగల వేస్టాకంటెనుకూడ తక్కువ దీప్తితో నది ప్రకాశించుచుండును. ఆస్టెరాయిడులలోకెల్ల యెక్కువ దీప్తిమంతమైనది వెస్టా. దానివ్యాసము 240 మైళ్లే గాని అది తనపైబడిన సూర్యకాంతిలో నూటికి 26 పాళ్ళవరకును పరావర్తనమొనర్చగల సామర్థ్యమును కలిగియుండుటచే ఎక్కువదీప్తిమంతముగా గోచరించుచున్నది. షడ్భాంతరసమయములోనది యించుమించు అరుంధతీనక్షత్రదీప్తియంత దీప్తితో వెలుగొందుచు వట్టికంటికికూడ ఆనును. ఇక మిగిలిన ఆస్టెరాయిడులలో పెల్లాస్, జూనోలు తప్ప తక్కినవన్నియు మిక్కిలిచిన్నవి ; మహాదీప్తిమంతములుకూడకావు. వందల కొలదిగనున్న ఆస్టెరాయిడులన్నింటిలోను పది, పన్నెండింటి వ్యాసములుమాత్రమే నూరుమైళ్ళకుమించి యుండును. శేషించినవాని వ్యాసములు 50 మైళ్ళకంటె తక్కువే. ఒకటి రెండు మైళ్ళ వ్యాసములను కలిగియున్న ఆస్టెరాయిడులుకూడ అనేకములుగలవు.

ఆస్టిరాయిదులు చాలచిన్నవగుటచేత వానినిర్ధానమును గూర్చిగాని ఉపరితలపరిస్థితులనుగూర్చిగాని శాస్త్రజ్ఞులకంతగా నేమియును తెలియదు. సామాన్యముగా గ్రహకక్ష్యలన్నిటి వలెనే ఆస్టిరాయిదులలో పెక్కింటికక్ష్యలు తక్కువవికేంద్రతనే కలిగియున్నవి; వాని కక్ష్యాతలములుకూడ క్రాంతివృత్తతలమునకు కొద్దిగనేవంగియున్నవి. ఇందుకు తార్కాణము 1383-లింబర్డియాను ఆస్టిరాయిదు. దీనికక్ష్య ఇంచుమించు క్రాంతివృత్తతలమందే యున్నదని చెప్పవచ్చును. ఇక దానికక్ష్యాతలము క్రాంతివృత్తతలమునకు 0.009 అంశలుమాత్రమే యేట వాలుగ నున్నది. కాని కొన్ని ఆస్టిరాయిదుల కక్ష్యలుమాత్రము ఎక్కువవికేంద్రతను చెందియున్నవి; వానితలములు క్రాంతివృత్తతలమునకు హెచ్చుగావంగికూడ నున్నవి. హైడల్ గో అనునొక ఆస్టిరాయిదుకక్ష్యయొక్కవికేంద్రత 0.66; దాని కక్ష్యాతలము క్రాంతివృత్తతలమునకు 42.5 అంశలు వాలుగ నున్నది.

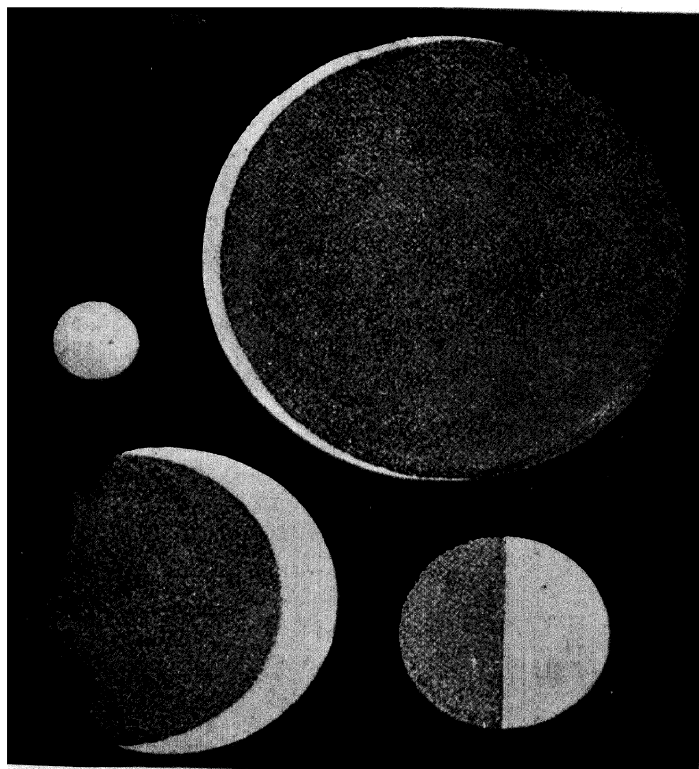
గ్రహములన్నిటివలెనే ఆస్టిరాయిదు లన్నియుకూడ సూర్యునిచుట్టు పడమరనుంచి తూర్పుదెగుగా పరిభ్రమించుచున్నవి. వాని పరిభ్రమణకాలములు 3½ సంవత్సరములకును 6 సంవత్సరములకును వడుమ నుండును.

ఆస్టిరాయిదులలో నొక్కొక్కదానికి ఒక్కొక్క కక్ష్య యున్నది. ఈకక్ష్యలన్నియు సామాన్యముగా కుజగురుకక్ష్యల నడుమనేయున్నను కొన్ని ఆస్టిరాయిదుల కక్ష్యలుమాత్రము ఎక్కువవికేంద్రమైయుండుటవలన, కుజకక్ష్యలోనికి చొరుచు కొనియున్నవి. అందుచేత ఆకక్ష్యలలో తిరుగుచున్న ఆస్టిరాయి

దూలు ఒక్కొక్కప్పుడు భూమికి చాలచేసేవగ నున్నచుండును. 1932 వ సంవత్సరము ఏప్రిల్ నెలలో అన్వేషించబడిన ఎపాలా అను అల్పగ్రహము భూమికి 65,00,000 మైళ్ళదూరమునకు వచ్చినది. కాని అంతకంటెనుకూడ భూమికి దగ్గరగా వచ్చిన అల్పగ్రహము హెల్మెస్. 1937 వ సంవత్సరము అక్టోబరు 30 వ తేదీన భూమికి దూరము 4,85,000 మైళ్ళదగ్గరగా నది వచ్చినది. చంద్రునిగాక భూమికంటెచేసేవగు వచ్చిన ఖగోళము మరియొకటిలేదు.

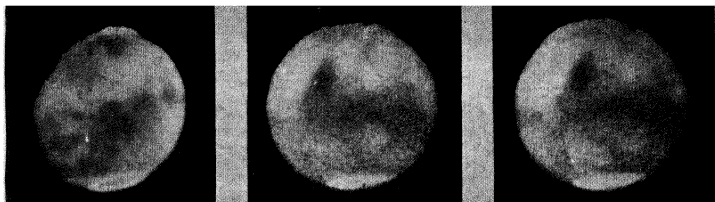
సూర్యకుటుంబములోని యితరగ్రహములనులెనె ఆప్టి రాముడును నుత్పన్నమైనవి కాబట్టి అవికూడ నా గ్రహముల నిర్మాణమునే కలిగియుండవలెనని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు. కాని అది అత్యల్పమూర్తు లగుటవలన నానిని పరివేష్టించి వాతావరణమునుట కనుమంతయు సవకాశము లేదు. అది గోళాకారమందున్న కణికాసాణములైయుండ నోరును. కాని వా లో ఈరోజు అనుదాగి దీప్తి ఒకనియమము ననుసరించి భూమిచుండుటచేనది ఇంకవలె దీర్ఘఘనాకారమును కలిగియుండుననియును, అది తనచుక్కముపై భ్రమించుటతో ఒకసారి ఎక్కువ వైశాల్యముగల తలమును వేరొకసారి తక్కువ వైశాల్యముగల తలమును మనకు ప్రదర్శితమగునుకాబట్టి దాని దీప్తిలో వ్యత్యాస మేర్పడుచున్నదనియును శాస్త్రవేత్త లభిప్రాయపడుచున్నారు.

కుజగురులననుమ కక్ష్యనేర్పరుచుకొని తిరుగుచుండెడి గ్రహమొకటి కారణాంతరములచే బ్రదుకుకాగా ఆప్టి రాముడు లేర్పడినవని ఖగోళవిజ్ఞానపారంగతు లూహించుచున్నారు.

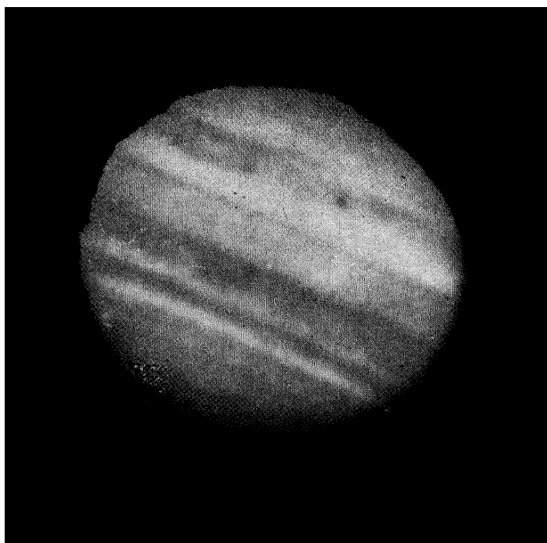


12-వ పటము. శుక్రని కళలు (పుట. 177)

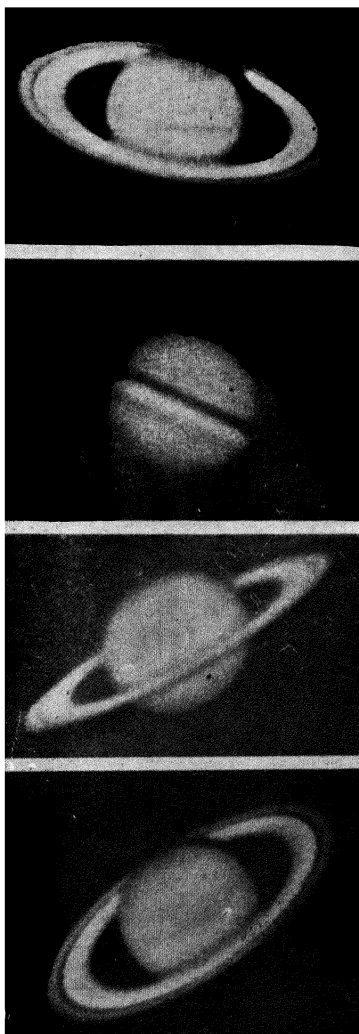




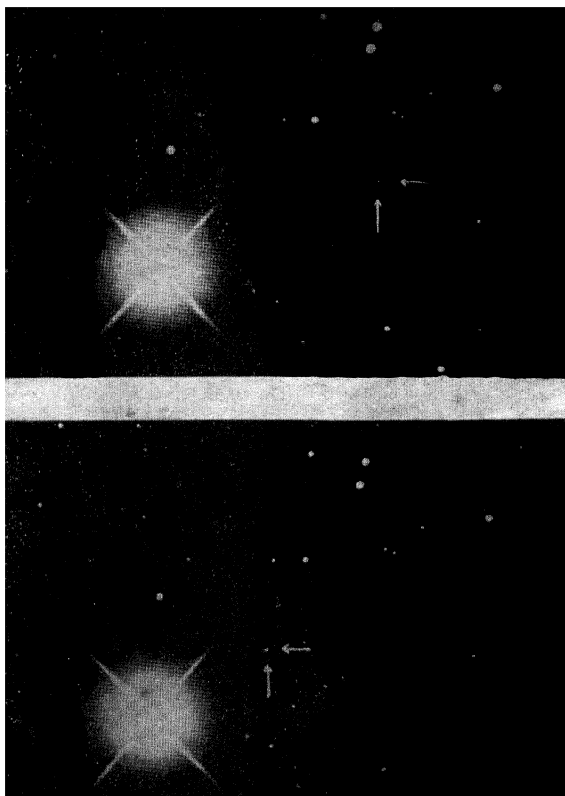
13-వ పటము. కుజుడు (పుట. 189)



14-వ పటము. గురుడు (పుట. 202)



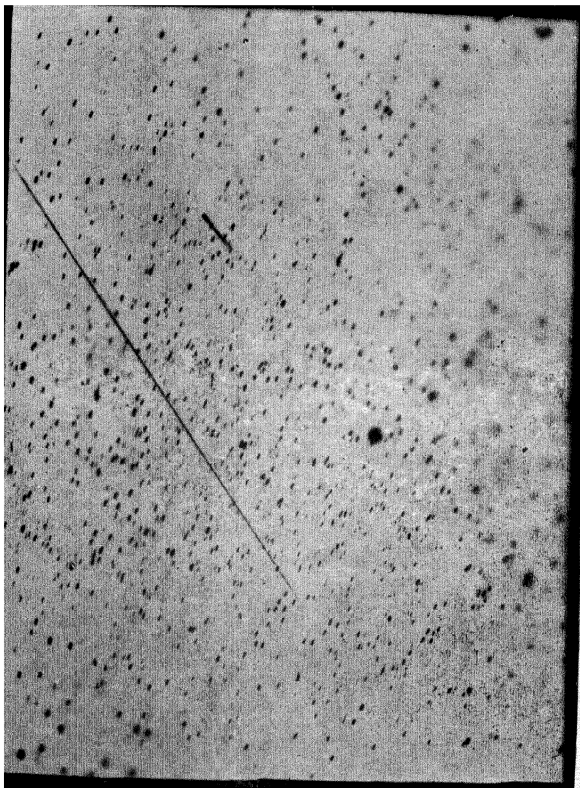
15-వ పటము. శని (పుట. 211)



16-వ పటము. హైడ్రోజన్ స్పెక్ట్రం (పుట. 220)



17-వ పటము. హేరీతోకచుక్క (పుట. 226)



18-వ పటము. భూమివైపు పడుచున్న ఉల్కా ఒక కాంతిరేఖవలె  
గోచరించును. (పుట. 233)

గురుడు

గ్రహములన్నిటిలోను మిక్కిలి పెద్దది గురుడు. భూమి కంటె పరిమాణములో నిది సుమారు 1300 రెట్లు పెద్దది. సూర్యకుటుంబములోని మిగిలిన గ్రహముల నన్నిటిని చేర్చి ఒక ముద్దగా చేసినను, అది గురుగ్రహమంత పరిమాణమును కలిగి యుండదు. గురుగ్రహ మింతపెద్దదియగుటవలన భూమికని కొన్నిగ్రహములకంటె హెచ్చుదూరములో నున్నను మొదటి పరిమాణనక్షత్రమంత దీప్తిమంతముగా ఆకాశమున గోచర మగుచున్నది. గ్రహములలో శుక్రని తరువాత హెచ్చుదీప్తితో ప్రకాశించుచు భూవాసులకు గోచరమగున దదియే.

ఆస్టిరాయిడుల తరువాత కక్ష్య నేర్పరచుకొని గురు గ్రహము సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నది. గ్రహకక్ష్య లన్నిటివలె గురుగ్రహకక్ష్యకూడ దీర్ఘవృత్తాకారముననేయున్నదిగాని కొన్నిగ్రహకక్ష్యలకంటె కొంచెమెక్కువగా నది వికేంద్రతను చెందియున్నది. దాని కక్ష్యావికేంద్రతపరిమాణము 0.048 ; అంచేత గురుసూర్యుల కనిష్ఠ, గరిష్ఠదూరములలో కొంత హెచ్చువ్యత్యాసము గోచరించును. గురుసూర్యుల సరాసరి దూరము 48,30,00,000 మైళ్ళు. భూసూర్యుల సరాసరి దూరమునకు గురుసూర్యుల సరాసరిదూరము 5.203 రెట్లుండును. ఇక గురుడు సూర్యునకు మిక్కిలి దగ్గరగా నున్నపుడు 4.95 ను, మిక్కిలిదూరముగా నున్నపుడు 5.45 ను రెట్లి దూరములో నుండును.

గురుగ్రహము సూర్యునిచుట్టు ఒకసారి పరిభ్రమించుటకు 11.86 సంవత్సరములు పట్టును. దాని సరాసరి పరిభ్రమణ

వేగము సెకనునకు 8 మైళ్ళు. భూపరిభ్రమణవేగముకంటె 100 మిక్కిలి తక్కువ. సూర్యునినుండి గ్రహముల దూరములు హెచ్చినకొలదియు వాని పరిభ్రమణవేగములు తగ్గిననుట కిది నిదర్శనము.

గురుగ్రహము సమమైన గోళాకారమున లేదు. భూమి వలెనే యదికూడ ధ్రువములచేత కొంచెమడుమబడియున్నది. దాని మధ్యరేఖావ్యాసము 88,700 మైళ్ళు ; ధ్రువవ్యాసము 82,800 మైళ్ళు. గురుగ్రహమింకొక ధ్రువములదిశగా నెక్కువ అడుమబడియుండుటకు కారణము దాని అధికభ్రమణవేగము. గురుగోళభ్రమణకాలము 9 గంటల 55 నిమిషములు. భూగోళ భ్రమణకాలము 24 గంటలు. దీనిబట్టి భూమధ్యరేఖపైనున్న వస్తువుకంటె గురుమధ్యరేఖపై నున్న వస్తువు మిక్కిలి యెక్కువ వేగముతో తిరుగుచున్నదని మనకు వ్యక్తమగును. ఈయధిక భ్రమణవేగమువలన భూమివలెనే గురుగ్రహముకూడ ద్రవస్థితి యందున్న సమయములో ధ్రువములదిశగా నడుముడును పొందినది. భూభ్రమణవేగముకంటె గురుగ్రహభ్రమణవేగ మెక్కువ కాబట్టి ఉత్తరదక్షిణదిశగా భూమిపొందిన అడుముడుకంటె గురుగ్రహముపొందిన అడుముడుకూడ అధికమే. దూరదర్శినితో గురుగ్రహమును చూచినట్లయిన దీర్ఘగోళాకారమున నది గోచరించును.

గురుగ్రహమును దూరదర్శినితో నవేక్షించినపుడు దాని మధ్యరేఖకు సమాంతరముగ కొన్ని కాంతిహీనమైన దళములు లేక మండలములు కనపడును. ఈమండలము లెల్లప్పుడు సమా

నాకారమును కలిగియుండక నదా మార్పునొందుచున్న స్థిగ పడును. గురుగ్రహభ్రమణముచలన నేర్పడిన వాయుప్రవాహములే యీ మండలములని శాస్త్రజ్ఞులు తలచుచున్నారు.

గురుగ్రహమధ్య రేఖకు సమాంతరముగనున్న మండలములుగాక కొన్ని మచ్చలుకూడ అప్పుడప్పుడు గురుగోళ తలముపై కానవచ్చుచుండును. ఇవి సమాంతరమండలములంత త్వరితగతిని మార్పును పొందవు. వీనిలో ముఖ్యముగా పేర్కొనవలసినది బృహదారుణ లక్ష్మము. పేరులోనే సూచింపబడినట్లు ఇది మిక్కిలిపెద్దది; ఎఱ్ఱగా నుండును. దీర్ఘవృత్తాకారమందున్న యీమచ్చ పొడవు రమారమి 30,000 మైళ్లు; వెడల్పు 7,000 మైళ్ళు. దీనిని మొట్టమొదట 1878 వ సంవత్సరములో శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. ఆతరువాత 30 యేండ్ల వరకునది గురుగ్రహతలముపై దీప్తిమంతమైన మచ్చగా గోచరమగుచునే యుండెను. కాని అటుపిమ్మట క్రమముగా దాని దీప్తి క్షీణించినది. ప్రస్తుతమునె వెలవెల బోవుచున్న గుండ్రని మచ్చగా మార్పునొందినది.

బృహదారుణ లక్ష్మముగాక మరికొన్ని కాంతిహీనమైన చిన్న చిన్న లక్ష్మములుకూడ గురుగ్రహముయొక్క వేర్వేరు మండలములం దప్పుడప్పుడు గోచరమగుచుండును. ఇవి సాధారణముగా నొక్కొక్కసారి హఠాత్తుగా ప్రత్యక్షమై, ఒకటి రెండు సంవత్సరములకాలముండి పిమ్మట అదృశ్యమగును.

గురుగ్రహమందలి ఒకటి రెండు మచ్చలను జాగ్రత్తగా ననుశీలించినయెడల గురుగ్రహగోళముచుట్టును తిరిగివచ్చుటకు



వేర్వేరుమచ్చలకు వేర్వేరుకాలములు పట్టుచున్నవని స్పష్టమగును. ఇక బృహదాచారణలక్ష్మముకూడ నెల్లిపుడు సమాన భ్రమణకాలమును కలిగియుండుటలేదు. దీనినిబట్టి గురుగ్రహము పూర్తిగా వాయుగోళమో లేదా నడుమనున్న ఘనగోళము నావరించి చాల దళమైన వాయుమండలముకలదియో కానలేనని మనము భావింపవలసియున్నది. ఈ వాయుమండలమందేర్పడిన సుడులే యామచ్చలని పలువురు శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు.

గురుగ్రహము నావరించి దళమైన వాతావరణ మున్నదనుట కెట్టిసందేహమును లేదు. గురుగ్రహవర్ణమాల సనుశీలించినయెడల అందు నల్లనిదళములు మనకు కన్పించును. ఆదళము లెక్కువగా అమోనియావాయువువలన నేర్పడినవే. దీనినిబట్టి గురుగ్రహవాతావరణమందు అమోనియావాయువు చాల విరివిగనున్నదని మనకు స్పష్టమగును. మీథేన్ అను వాయువుకూడ అక్కడ నెక్కువగానే యున్నది.

గురుగ్రహమును పరివేష్టించి దళమైన వాతావరణ మున్నదనుటకు మరియొక నిదర్శనము గురుగ్రహముయొక్క అల్పసాంద్రత. గురుగోళముయొక్క సరాసరి వ్యాసము రమారమి 86,740 మైళ్ళు. దాని పరిమాణము భూగోళపరిమాణమునకు సుమారు 1,300 రెట్లు హెచ్చు. కాని భూగోళద్రవ్యసంచయమునకు రమారమి 317 రెట్లు మాత్రమే గురుగోళద్రవ్యసంచయ మధికముగా నున్నది. దీనినిబట్టి భూగోళసాంద్రతకంటె గురుగోళసాంద్రత నాలుగింతలు తక్కువయని

వ్యక్తమగును. భూగోళముకంటె గురుగోళము సూర్యున కెక్కువ దూరమందున్నది కాబట్టి భూగోళతాపక్రమముకంటె గురుగోళ తాపక్రమము చాలతక్కువగ నుండునని వేరే చెప్పనక్కర లేదు. గురుగోళతాపక్రమము—140°శ. ఉండునని శాస్త్రజ్ఞు లంచనావేసినారు. ఆయత్వల్యతాపక్రమముతో గురుగోళ మందలిద్రవ్యమంతయు వాయుస్థితిలోనుండుట సాధ్యముకాదు. అందుచేత గురుగోళమధ్యభాగము ఘనస్థితిలో నున్నదనియును, దానినిచుట్టి దళమైన వాయుమండలము లున్నవనియును, గురు గోళవాయుమండలములు భూగోళవాతావరణముకంటె మిక్కిలి దళముగనుండుటచేతనే గురుగోళసాంద్రత తగ్గుచున్నదనియును స్పష్టమగును.

గురుగ్రహముచుట్టు ప్రదక్షిణముచేయుచు 12 ఉప గ్రహము లున్నవి. వీనిలో 12 వ దానిని 1950 వ సంవత్సరము సెప్టెంబరు నెలలో నొక అమెరికాసంయుక్తరాష్ట్ర ఖగోళ విజ్ఞాని అన్వేషించెను. సూర్యకుటుంబములో గురుగ్రహమున కున్నన్ని యెక్కువఉపగ్రహములు మరియేయితర గ్రహము నకును లేవు. దూరదర్శినిని ద్రించి గగనావేక్షణకై దానిని మొట్టమొదట నుపయోగించిన శెలీలియోవిజ్ఞాని, గురుగ్రహము చుట్టును తిరుగుచు నాలుగుపగ్రహములున్నవని 1610 సంవత్సరములో కనుగొనెను. శెలీలియోకు పూర్వమే పైమన్ మేయర్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు గురుగ్రహముయొక్క ఉపగ్రహములను మూడింటిని కనుగొనెనని కొందరందురు. కాని సాధారణముగా గురుగ్రహోపగ్రహన్వేషణగౌరవమును శెలీలియో

విజ్ఞానికే చాలమంచి యొసంగుచును. ఈఉపగ్రహస్వేషణ ఖగోళశాస్త్రచరిత్రలో మిగుల మహత్తరమైనదనుటకు సందేహములేదు. సూర్యునిచుట్టు గ్రహములు తిరుగుచున్నవను వాదము గెలీలియోకాలమునాటికి పలువురకు, ముఖ్యముగా క్రైస్తవమతాధికారులకు, అంగీకృతముకా లేదు. సూర్యగ్రహోపగ్రహస్వేషణతో సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న ఉపగ్రహములను వారికి ప్రత్యక్షపరచి, సూర్యునిచుట్టు గ్రహములుకూడ నట్లే ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నవని ప్రబోధించుటకు గెలీలియోకు చక్కని నిదర్శనము చేకూరినది.

సూర్యగ్రహముయొక్క ఉపగ్రహములను మూడువర్గములుగా విభజింపవచ్చును. వీనిలో సూర్యగ్రహమునకు చేరువగానున్న అయిదు ఉపగ్రహములను అంతరుపగ్రహములని పేర్కొందురు. ఇవ్వియుకూడ తక్కువ వికేంద్రతగల కక్ష్యలలో పశ్చిమమునుండి తూర్పునకు సూర్యగ్రహముచుట్టును తిరుగుచుండును. వీనిలో నాలుగుపగ్రహము లెక్కువదీప్తిమంతమైనవి. గెలీలియోవిజ్ఞాని యన్వేషించిన వవియే. అయిదవ ఉపగ్రహమును 1892 వ సంవత్సరములో లిక్ వేధశాలకు చెందిన ఎడ్వర్డు బార్నార్డ్ విజ్ఞాని మొదట కనుగొనెను. ఇది సూర్యగ్రహమునకు మిక్కిలిచేరువగా నున్నది. ఇక మిగిలిన ఉపగ్రహములనన్నిటిని చేర్చి బహుపగ్రహములగా వ్యవహరింతురు. వీనిలో 6, 7, 10 ఉపగ్రహములను ఒకవర్గముగను, 8, 9, 11 ఉపగ్రహములను వేరొకవర్గముగను విభజింపవచ్చును. ఈఉపగ్రహములన్నియును చాలచిన్నవి ; తక్కువ

దీప్తిమంతమైనవి. వీనినన్నిటినికూడ ఛాయాచిత్రగ్రహణపద్ధతి నే శాస్త్రజ్ఞులవేక్షించినారు. వానికక్ష్యలుకూడ ఎక్కువ వికేంద్రతను చెందియున్నవి. బహిరుపగ్రహములలో 6, 7, 10 ఉపగ్రహములు పడమరనుండి తూర్పుదెసగాను, 8, 9, 11 ఉపగ్రహములు తూర్పునుండి పడమరగాను గురుగ్రహముచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నవి.

శ ని

ప్రాచీనులు గుర్తించిన గ్రహములలో సూర్యునకు మిక్కిలి దూరముగానున్నది శని. కాని శనిగ్రహమునకు వెలుపల నింకను మూడుగ్రహము లున్నవని నేడు మనకు తెలియును.

గురుగ్రహకక్ష్యకు వెలుపలనున్న తనకక్ష్యయందు సూర్యునిచుట్టు శనిగ్రహము పరిభ్రమించుచున్నది. గ్రహసంతతియందెల్ల నది కమరమ్యమైన దనుటలో నతిశయోక్తి లేదు. దూరదర్శినితో శనిగ్రహము నవేక్షించి పారవశ్యము నొందని రసజ్ఞుడుండునా యని సందేహము ! ప్రకృతిసౌందర్యమును గాంచి యానందింపగలిగిన ప్రతిన్యక్తియును శనిగ్రహమును తిలకించి ముగ్ధుడుకావలసినదే!! కాని దూరదర్శినితో శనిగ్రహమును చూచునట్టిభాగ్యము మనలో పెక్కురకుండదు. అందుచే పటములలో శనిగ్రహమునుచూచి మనము తృప్తి చెందవలసినదే.

శనిగ్రహ మంతమనోహరముగానుండుటకు కారణము దానిని పరివేష్టించియున్న కుండలి. గ్రహములలో పెక్కింటి

కున్నట్లుగనే శనిగ్రహముచుట్టును తిరుగుచు ఉపగ్రహములున్నవి. ఇంతవరకు నన్వేషింపబడిన యాఉపగ్రహములసంఖ్య తొమ్మిది. కాని శనిగ్రహమునకున్న కుండలివంశిది మరియు గ్రహమునకును లేదు.

శనిగ్రహకుండలిని మొట్టమొదట గలీలియోవిజ్ఞాని కనుగొనెను. కాని కుండలిగా దాని నానాడాయన భావింప లేదు. శనిగ్రహమున కిరుప్రక్కలను ఒక్కొక్కప్రక్క నొక్కొక్కటివంటివనున్న రెండు చిన్నగోళములుగనే యానాడా విజ్ఞానవిశారదున కది దూరదర్శినితో చూచినపుడు ప్రత్యక్షమైనది. ఆతరువాత క్రమముగా హైజెన్సు, బాండ్ ప్రభృతి విజ్ఞానవరేఖ్యుల కృషిఫలితముగా దానితత్వము వెల్లడియైనది.

శనిగ్రహచ్ఛాయాచిత్రమును పరీక్షించినట్లయిన శనిగ్రహమును పరివేష్టించియున్న కుండలితో నడుమనొక నల్లని గీతకనపడును. ఆగీతదగ్గర సూర్యకాంతిని పరావర్తించుటకు ద్రవ్యమేమియు లేకపోవుటచే నల్లగ గోచరమగుచున్నది. దీనిని బట్టి శనిగ్రహకుండలి యేకకుండలికాదనియును, కొన్నికుండలుల కూటమియనియును మనకు వ్యక్తమగును. వాస్తవముగా శనిగ్రహకుండలి మూడుకుండలుల కూటమి. వానిలో శనిగ్రహమునకు మిక్కిలిచేరువగానున్నదానికి 'క్రేపేకుండలి' అనిపేరు. అది మిక్కిలి తక్కువదీప్తికలది. ఆ తరువాతిది మధ్యకుండలి. శనిగ్రహకుండలులు మూడింటిలోను ఇదియే అధికదీప్తికలది. దానియందలి ద్రవ్యము సాపేక్షముగా నెక్కువసాంద్రమై యుండుటవలన అది తనపై పతనమైన సూర్యకాంతిని బాగుగా

పరావర్తన మొనర్చి యెక్కువదీప్తిమంతముగా గోచరమగు చున్నది. దీని వెడల్పుకూడ హెచ్చు. ఇక మూడవది బహుష్కంఠి. బహుష్కంఠలికిని మధ్యకుండలికిని గల సరిహద్దు చాల స్పష్టముగనుండును. దానికి 'కాసిని సరిహద్దు' అనిపేరు.

శనిగ్రహకుండలాల వెడల్పు చాలహెచ్చు. లోపలి యంచునుండి వెలుపలియంచునకవి 41,500 మైళ్లుండును. కాని వానిమందము మిక్కిలి తక్కువ. 10 మైళ్ళకంటె అని యెక్కువ యుండదు.

శనిగ్రహకుండలులు ముఖ్యమైనలక్షణము వానిసాంద్రత అత్యల్పముగా నుండుట. శనిగ్రహముచుట్టును వర్తులాకారముగా నేర్పడిన వాయుద్రవ్యమే యీకుండలులని కొందరు శాస్త్రజ్ఞులును, ద్రవపదార్థమే యీకుండలులని మరికొందరు శాస్త్రజ్ఞులును చాలకాలమునరకు నభిప్రాయపడుచుండెడివారు. కాని ఘనస్థితియందున్న చిన్నచిన్నద్రవ్యకణములచే నీకుండలు లేర్పడినవని ఆధునిక శాస్త్రజ్ఞులు నిశ్చయించినారు. శనిగ్రహము చుట్టు పరిభ్రమించుచుండిన ఉపగ్రహమొకటి శనిగ్రహమునకు మిక్కిలిచేరువగా వచ్చుటచేత బ్రద్దలై ఈరీతిగా కుండలియాకారమును పొందినదని వారినిర్ణయము.

శనిగ్రహకుండలులు శనిగ్రహకక్ష్యోత్తలమునకు రమారమి 27° వంగియున్నవి. ఈకుండలులు శనిగ్రహముచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నవనియును, వాని లోపలిభాగములకంటె వెలుపలిభాగములు తక్కువవేగమును కలిగియున్నవనియును నన్యమాలామాపక పరిశోధనములవలన తెలియవచ్చినది.

ఈకుండలులేగాని అనేకద్రవ్యఖండముల సమూహముగాగాక అవిచ్ఛిన్నముగా నుండియున్నచో ఆకుండలుల వేగములు లోపలిభాగమున తక్కువగను, వెలుపలిభాగమున నెక్కువగను ఉండియుండును. కాని సూర్యకక్షింబములలోని గ్రహముల పరిభ్రమణవేగములు సూర్యునికేరువగానున్న గ్రహములవి యెక్కువగను, దూరముగానున్నవానివి తక్కువగను ఎక్కువ న్నచో అట్లే యీకుండలుల వేగములకూడ నుండుటవలన నవి విచ్ఛిన్నముయైయున్నవని మనము భావింపవచ్చును.

భూమినుండిచూచినపుడు శనిగ్రహకుండలుల ఆకారము ఒక్కొక్కప్పుడు ఒక్కొక్కవిధముగా కనిపించుచుండును. ఈ వ్యత్యాసమునకు కారణము భూమినిబట్టి శనిగ్రహస్థానములో నచ్చుమాధే. శనిగ్రహము సూర్యునిచుట్టును తిరుగుటలో శనిగ్రహమునుబట్టి యీకుండలులనిశచయంబు ఎఱిమాపును రాదు. కాని శనిగ్రహము సూర్యునిచుట్టును తిరుగునపుడు భూ శనిగ్రహముల సాపేక్షస్థానమునుబట్టి ప్రక్కనుండియో, దిగువ నుండియో లేదా అంచునిశగానో ఆకుండలులను మనము చూడవలసినవచ్చును. తన్మూలముగా వాని యాకారము భిన్నముగా మనకు గోచరమగుచుండును. ఈకుండలులు అంచునిశగా ప్రదర్శితమైయున్నప్పటికంటె ఎక్కువవెడల్పుగానున్న నిశగా మనకు ప్రదర్శితమైనప్పటి శనిగ్రహదీప్తి మాకురెట్లధికముగా నుండునుకాబట్టి యీకుండలులలోని ద్రవ్యము మెచ్చుపరావర్తనసామర్థ్యమును కలిగియున్నదని చెప్పవచ్చును. శనిగ్రహకుండలులు అంచునిశగా మనకు ప్రదర్శితమైయున్నపుడు పెద్దపెద్ద

దూరదిర్చినులతో చూచిననుకూడ హాసరాప్త. 15 సంవత్సరముల కొకనాఁడె యీదృష్ట్య మభివ్యక్తమగును. 15 వ పటములో శనిగ్రహపండులు ప్రవర్తించు భిన్నదృశ్యములను నిలకింపవచ్చును.

శుక్రగ్రహమునుచుట్టి పండులు లేగాక తొమ్మిది ఉపగ్రహములకూడ నున్నవి. గురుగ్రహము తరువాత ఎక్కువ ఉపగ్రహములను కలిగియున్నది శనియే. 1665 వ సంవత్సరము మార్చి 25 వ తేదీని శనిగ్రహముయొక్క మొట్టమొదటి ఉపగ్రహమును హైజెన్సుశాస్త్రజ్ఞుడు కనుగొనెను. అతరువాత క్రమముగా మిగిలిన ఉపగ్రహము లన్వేషింపబడినవి. వీనిలో హైటాన్ ఉపగ్రహ మెక్కువ దీప్తిమంతమైనది! సుహారు 8 వ పరిమాణతారగా దూరదర్శినియంచని గోచరమగును. ఈఉపగ్రహము బుధునికంటె పెద్దది ; ఇంచుమించు కుజగ్రహమంతయుండును. ఈఉపగ్రహమునుగూర్చిన మరియొక విశేషవిషయము దానిచుట్టును వాతావరణముండుట. సూర్యకుటుంబములోని మరియొకరికంటె ఉపగ్రహమునకును వాతావరణము లేదు. ఈఉపగ్రహవాతావరణములో నెక్కువగా మీథేన్ వాయువున్నది.

శనిగ్రహముయొక్క ఉపగ్రహములన్నియును తమపై పడిన సూర్యకాంతిని పరావర్తనమొనర్చుటయం దెక్కువసమర్థములై యున్నవి. అందుచేత వానితలములందు మంచుదట్టముగా నేర్పడియుండునని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు.

కుండలులును, ఉపగ్రహములును తప్ప శనిగ్రహమునకు ప్రత్యేకత యేమియును లేదు. గ్రహములన్నిటివలెనే



యిదికూడ సూర్యనిచుట్టు దీర్ఘస్పృశ్ణాకారకక్ష్యలో పరిభ్రమించుచున్నది. దాని సరాసరి పరిభ్రమణవేగము సెకనునకు 5.96 మైళ్ళు. గురుగ్రహముకంటె భూమికిదూరముగా నుండుటవలనను, దానికంటె తక్కువ పరిమాణముగలవియగుట చేతను గురుగ్రహమంత యెక్కువదీప్తితో శనిగ్రహము గోచరముకాదు. అందుచేత యధాలాభముగా ఆకాశమును తిలకించువారికి ప్రాముఖ్యమైన సభోమూర్తిగా నది స్ఫురింపదు. కాని నట్టికంటికది ప్రథమపరిమాణతారవలె గోచరించును కాబట్టి జాగ్రత్తగా అవేక్షించినయెడల నులుపుగా దానిని కనుగొనవచ్చును.

గురుగ్రహమువలెనే శనిగ్రహముకుండు ధ్రువములదిశగా కొంచెమడుమబడియున్నది. ఈగ్రహతలమునందుకూడ, అంత స్పష్టముగా గాకపోయినను, గురుగ్రహతలమునందువలెనే గ్రహమధ్యరేఖకు సమాంతరముగ మండలములు, అక్కడక్కడ కొన్ని కాంతిహీనమైనలక్ష్మములును గోచరించును. ఈగ్రహము చుట్టునుకూడ దట్టమైన వాతావరణమున్నది. దానిలోని ముఖ్యమైన రచకములు మీథేన్, అమోనియా వాయువులు. కాని గురుగ్రహవాతావరణములో అమోనియావాయు వెక్కువగా నుండగా శనిగ్రహవాతావరణములో మీథేన్ వాయు వధికముగా నున్నది.

యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటో

ఆధునికవిజ్ఞానులు దూరదర్శిని సాహాయ్యమున నన్నే పించిన గ్రహములలో మొట్టమొదటిది యురేనస్. 1781 వ

సంవత్సరము మార్చి నెలలో విలియమ్ హెన్సెల్ అను ఆంగ్ల విజ్ఞాని దాని నాకస్మికముగా కనుగొనెను.

విలియమ్ హెన్సెల్ గొప్పసంగీతవిద్వాంసుడు. సంగీత విద్యాబోధకుగా జీవితప్రారంభమునం దాయన మంచిపేరును బడసెను. ఇట్లుండగా శాస్త్రమునందు గభీరపరిష్కాసము నార్జింప వలయునను తమకయుతో తీరికనమయములందు ఖగోళశాస్త్ర గ్రంథములను చదువుట ప్రారంభించెను. క్రమముగా నా శాస్త్రమందు విశేషపాండిత్యమును బడసి, పిమ్మట సొంతముగా నిర్మించుకొనిన దూరదర్శినితో గగనావేక్షణమునకు కూడ పూనుకొనెను.

తాను నిర్మించుకొనిన దూరదర్శినితో గగనతలమును క్రమబద్ధముగను, సమగ్రముగను అవేక్షింపవలయునని హెన్సెల్ సంకల్పించెను; విన్వీధియందు సంచరించుచు తనదూరదర్శినితో కనపడిన ప్రతిమూర్తి చరిత్రను తెలిసికొనకృతశిశ్చయు డయ్యెను. ఆసంకల్పముతో, నానిశ్చయముతో జెనునై రాశి లోనినభోమూర్తుల నవేక్షించుచుండగా 1781 వ సంవత్సరము మార్చి 13 వ తేదీ రాత్రికాలమున నూతనఖగోళమొకటి యాయనకు ప్రత్యక్షమైనది. దూరదర్శినితో చూచినపుడా నూతనఖగోళము దీప్తిమంతమైన చుక్కగాగాక చిన్నబింబముగా గోచరమగుటచే నది నక్షత్రముకాదని యాయన నిశ్చయించుకొనెను. నక్షత్రముకాకయెడల ఆఖగోళస్వభావ మెట్టిది? ఈ ప్రశ్నకు సమాధానమునకై హెన్సెల్ పండితు డాఖగోళమును రెండుమూడురాత్రులు వరుసగా నవేక్షించి, గగనతలమున

నది స్థిరముగా లేదనియు, సత్వత్రములనుబట్టి క్రమముగా ముందుకు జరిగినిన్నదనియు తెలిసికొనెను. ఈరీతిగా స్వల్ప కాలవ్యవధిలోనే దానిసంఘాతము దృగ్గోచరమగుటచే అది సూర్యకుటుంబమునకు చెందినమూర్తియే యని భావించి, సూర్యకుటుంబములో నూతన గ్రహములుండట కవకాశమున్న దను విషయమప్పుడు స్ఫురింపకపోవుటచే అది ఖోక లేని ఖోక చుక్కయై యుండనగునని ఆయన తలంచెను. కాని ఆతడు వాతి యవేక్షణలనలన దాని కక్ష్య తక్కువ వికేంద్రతను చెంది యున్న దీర్ఘవృత్తాకారమున నున్నదని యాయనకు వ్యక్తమైనది. ఖోకచుక్కల కక్ష్యలు ఎక్కువ వికేంద్రతను చెందిన దీర్ఘవృత్తములైయుండును గాని తక్కువ వికేంద్రమైయున్న దీర్ఘవృత్తములై యెన్నడును నుండవు. అందుచేత నానూతన ఖగోళము సూర్యకుటుంబమునకు చెందిన నూతనగ్రహమని యాయననిర్ధారించి, యావిషయమును వెల్లడించెను. ఆనూతన గ్రహమే యురేనస్.

హెన్రీ ల్ విజ్జాని యురేనస్ గ్రహన్వేషణవిషయమును వెల్లడించినంతనే దేశదేశముల శాస్త్రజ్ఞులును గగనవేధ సమయములో తాము మున్నెన్నడైన నా గ్రహము సనుశీలించుట తటస్థపడిన దేమో పరిశీలింపప్రారంభించిరి. గ్రహకక్ష్య, గ్రహ పరిభ్రమణవేగము నిర్దేశమైనచో, చిన్న లెక్కచేసి ఆ గ్రహ మాకాశములో నేనమయమం దేస్థానముననుండెనో సులువుగా చెప్పవచ్చును. ఒకస్పెషియల్ సమయములో యురేనస్ గ్రహ మాకాశములో నాక్రమించినస్థానము నాధారముగాజేసికొని లెక్కలను

వెనుకకు పొక్కించినచో భూతకాలముం దేయోనమయములలో నేయోష్ఠానములం దాగ్రహముండునుండెనో మనము గ్రహింప గలము.

హెర్షల్ శాస్త్రజ్ఞునకు పూర్వము ఖగోళవైజ్ఞానికు లెందరో గగనావేక్షణ గావించినారు. గ్రహసంచలనముల నరయుటకేగాక నక్షత్రపట్టికలను తయారుచేయుటకూడ అందు పెక్కురు ప్రయత్నించిరి. నక్షత్రపట్టికలను తయారు చేయునపుడు దూరదర్శినిని ఆకాశముపైపు త్రిప్పి, ఆపరికర మునం దగవడు నక్షత్రములను ఒక్కొక్కదానినే జాగ్రత్తగా ననుశీలించి, దానిదీర్ఘి, గగనతలమున దానిష్ఠానమును నిర్ణయించి యాశుభితముల నన్నిటిని 'రికార్డు' చేయుదురు. దూర దర్శిని పరికరము నిర్మింపబడుటకు పూర్వమును, అది నిర్మింప బడిన తరువాతనుకూడ నక్షత్రపట్టికలను తయారుచేయుటకై యనేకపర్యాయములు పలువురు శాస్త్రజ్ఞులు ప్రయత్నించిరి.

దీప్తిక్రమమున ఆరసపరిమాణనక్షత్రమునలె యుచేనన్ గ్రహము గోచరించును. అందుచే దూరదర్శినితోచూచినపు డది తప్పక కనబడియుండును. కాని నక్షత్రపట్టికలను తయారు చేసిన యాశాస్త్రజ్ఞులు దాని కనుగొనియునుకూడ నక్షత్ర మని భ్రమపడి, దాని నట్లే తమపట్టికలలో రికార్డుచేసి యుండురు. వాస్తవముగా జరిగినదే. ఆశతాబ్దమందు తయారు చేయబడిన నక్షత్రపట్టికల ననుశీలించగా హెర్షల్ శాస్త్రజ్ఞుడు యుచేనన్ గ్రహమును కనుగొనుటకుపూర్వము అధమము 19 సార్లును ఆ గ్రహము గుర్తింపబడినదనియును, కాని ప్రతి

పర్యాయమునుకూడ నక్షత్రముగనే యిది పరిగణింపబడినదని యును తెల్లమైనది.

హెన్సెల్ శాస్త్రజ్ఞుడు యురేనస్ గ్రహమును కనుగొనుటకు పూర్వమే యానభోమూర్తి ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుల నిశితావేక్షణకు గురియైనదికాబట్టి వేర్వేరుసమయములలో దానిస్థానమును తెలియజేయుకొలతకు, కొంతదీర్ఘవ్యవధిలోకూడ, సిద్ధముగ నున్నది. ఆకొలతల సాహాయ్యమున యురేనస్ గ్రహకక్ష్యను సులువుగను, నిర్దిష్టముగను నిర్ణయింపవచ్చును. అట్లుగావించుటవలన యురేనస్ గ్రహకక్ష్యకూడ మిగిలిన గ్రహకక్ష్యలవలెనే తక్కువవికేంద్రతను గలిగిన దీర్ఘవృత్తమై యున్నదని వ్యక్తమైనది. కాని అంతటితో నాసమస్య పరిష్కారము కాలేదు. వెంటనే మరియొక సమస్య తలయెత్తినది. 1781 వ సంవత్సరమునుండియు యురేనస్ గ్రహవిషయమున గావింపబడిన అవేక్షణఫలితములు మైరింది గణించిన కక్ష్యలో సరిగ నప్పలేదు. అందుచేత యురేనస్ గ్రహమును మరికొంత కాలము జాగ్రత్తగా నవేక్షించి, ఆ అవేక్షణఫలితముల సాహాయ్యముతో దాని కక్ష్యను 1821 వ సంవత్సరమున శాస్త్రజ్ఞులు మరలనిర్ణయించినారు. కాని 1844 వ సంవత్సరము నాటికి కక్ష్యకును ప్రత్యక్షావేక్షణఫలితములకును తిరిగి సమన్వయము కుదురలేదు. ఆసమయమున నాకక్ష్యయందు సిద్ధాంతరీత్యా యేతావున నుండవలెనో సరిగా అక్కడగాక 2' ఎడములో యురేనస్ గ్రహమున్నది. యురేనస్ గ్రహస్థానములో నిల్లు సిద్ధాంతఫలితమునకును ప్రత్యక్షావేక్షణ ఫలితమునకును

వ్యత్యాసముండుటకు హేతువేమిటి ? ఈకారణము సరయుటకై చెంటునే శాస్త్రజ్ఞులు పూనుకొనిరి.

సూర్యకుటుంబములో వేదైన నొకగ్రహకక్ష్యయొక్క ఆకారపరిమాణములు ఆ గ్రహముపై సూర్యుడు నెరపునట్టి యాకర్షణబలమునుబట్టి నిర్ణీతములగును. సూర్యకుటుంబము లోని యితర నభోమూర్తుల ఆకర్షణబలసభావముకూడ ఆగ్రహ కక్ష్య ఆకారపరిమాణములపై కొద్దిగా నుండును; కాని అది అత్యల్పము. అయితే గ్రహకక్ష్యను ఈషణ్ణాత్రమైన వ్యత్యాసము లేకుండ సరిగా నిర్ణయింపవలెనన్నచో, ఆ గ్రహముపై సూర్యకుటుంబములోని యితరనభోమూర్తుల ఆకర్షణబలమును కూడ లెక్కలోనికి తీసికొనవలెను. సూర్యకుటుంబమందలి మూర్తులలో సూర్యుని తరువాత ఎక్కువ ద్రవ్యమును కలిగి యున్నది గ్రహములే. ఏదైన నొక గ్రహకక్ష్యలో వైకల్యమును కలుగజేయుగల సామర్థ్యముకూడ వానికున్నది. ఇక గ్రహము లలో బుధ, శుక్ర, బా, కుజ, గురు, శనియుమాత్రమే యురేనస్ గ్రహస్వేషణమునాటికి తెలిసినవి. వీనిలో యురేనస్కు దగ్గరగా నున్నది శని. పరిమాణమునందుకూడ అది పెద్దది. అందువలన యురేనస్ గ్రహముపై శనిగ్రహకర్షణబలము కొంచెమెక్కువగా నుండుననుటకు సందేహములేదు. శనిగ్రహము తరువాత యురేనస్ గ్రహముపై నెక్కువగ నాకర్షణబలమును కలిగియున్నది గురుడు. ఆపైని మిగిలినగ్రహముల యాకర్షణబలములు గణన లోనికివచ్చును. బ్రహ్మాండములో రెండుమూర్తులు ఒకదానిపై నొకటి నెరపు ఆకర్షణబలపరిమాణము వాని నడిమిదూరమును

బట్టియును, వానిద్రవ్యరాసులనుబట్టియును ఉండునని లోగడ పేర్కొని నుండుమి. అందుచేత యురేనస్ గ్రహముపై యేగ్రహ మెంతెంత ఆకర్షణబలమును ప్రవర్తింపజేయుచున్నదో, తత్ఫలితముగా యురేనస్ గ్రహకక్ష్య యెంతవైకల్యమును పొందునో లెక్కగట్టి నిర్ణయించుట గణితశాస్త్రకోమవిల కసాధ్యము కాదు. ఈవిధముగా చేసినను గణన ఫలితమునకును యురేనస్ గ్రహస్థానములో నేర్పడిన వైకల్యమునకును ఇంకను కొంతభేద ముండెను. దీనికికారణ మేమైయుండునని శాస్త్రజ్ఞులు మరల చర్చించి, తమ లెక్కలో నెట్టి దోషమును లేదాకాబట్టి యురేనస్ గ్రహస్థానమందా వైకల్యము అంతవరకును అన్వేషితము గాని మరియొకగ్రహకర్షణబలఫలితమై యుండునని నిర్ధారించిరి.

యురేనస్ గ్రహముపై ఆకర్షణబలమును ప్రవర్తింప జేయుచు అంతవరకు ససన్వేషితమైయున్న ఆ గ్రహము యురేనస్ కెంతదూరముననున్నది? అని యురేనస్ గ్రహమున కీవల శనిగ్రహమువైపున నున్నదా? లేదా ఆవినివైపున నున్నదా? దానిద్రవ్యసంచయ మెంత? దానికక్ష్య ఆకారపరిమాణాదు లెట్టివి? ఈప్రశ్నల కుత్తరములను బడయుటకై ఫ్రాన్సుదేశ విజ్ఞాని లీవెగ్రియర్, ఆంగ్ల దేశవిజ్ఞాని ఏడమ్మకూడ వేర్వేరుగా పరిశోధనలుగానించి 1845 వ సంవత్సరాంతమునకు తమ లెక్కలను పూర్తిచేసిరి. వారి లెక్కలవలన ఆనూతనగ్రహము యురేనస్ గ్రహమునకు శనియున్నవైపునగాక రెండవవైపున నుండుననియును, దానిపరిమాణ మించుమించు యురేనస్ గ్రహపరిమాణమంత యుండుననియును తేలినది. అంతేగాక

ఆ గ్రహకక్ష్యయొక్క ఆకారపరిమాణములును, దగ్గరీతియును. లీవెరియర్ శాస్త్రజ్ఞుని సిద్ధాంతఫలితముల నాధారముచేసికొని 1846 వ సంవత్సరము సెప్టెంబరు 23 వ తేదీన డాక్టరు గెలి అను జర్మనీదేశభౌగోళవిజ్ఞాని ఆ గ్రహమును ప్రత్యక్షముగా సవేక్షించెను. అదియే నెప్ట్యూన్.

నెప్ట్యూన్ గ్రహస్వేషణ శాస్త్రసిద్ధాంతభాగమునకు ఘనమైన విజయము.

యురేనస్ గ్రహ సంచలనమందు ద్యోతకమైన వ్యత్యాసములు చాలవరకు నెప్ట్యూన్ గ్రహకర్షణబలమువలన కలిగినవే. అందుకు సందేహమేమియును లేదు. కాని నెప్ట్యూన్ గ్రహము కలుగజేయజాలని వ్యత్యాసములు కొన్నింటిని యురేనస్ గ్రహసంచలనమందున్నట్లు 20వ శతాబ్దప్రారంభములో శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. ఈవ్యత్యాసములు నెప్ట్యూన్ గ్రహమున కావలనున్న మరియొక గ్రహమువలన నేర్పడుచున్నవనకూడ వారు నిర్ణయించి, ఆ గ్రహస్వేషణకై పూనుకొనిరి. వీరిలో పెర్సివల్ లోవల్ ముఖ్యుడు. ఆస్టెరాయిడులను కనుగొనుటకై ఛాయాచిత్రగ్రహణపద్ధతిని ప్రస్తుత మనుసరించుచున్నారని లోగడ గ్రహించియుంటిమి. సరిగా సదేపద్ధతిని నెప్ట్యూన్ కావల నున్న గ్రహము సర్వేషించుటకూడ నాయన యవలంబించెను. 1906 నుండి 1929 వ సంవత్సరమువరకు, సడుమసడుమ కొంతకాల మాపివేసినను, ఆ గ్రహమును కనుగొనుట కాయన ప్రయత్నించెనుగాని తన్నిమిత్తమై యాయన యుపయోగించిన



పరికరము లంతగా అధికీకరణసామర్థ్యముగలవి కాకపోవుటవలన నవి ఫలింపలేదు. ఆతరువాత మిక్కిలి సామర్థ్యముగల పరికరముతో నా గ్రహస్వేషణకు టోమ్బాన్ అనునొక యువక విజ్ఞాని పూనుకొని, 1930 వ సంవత్సరము జనవరి నెలలో దాని జెమినైరాశిలో కనుగొనెను. ఈనూతనగ్రహమే ప్లూటో. ఇంతవరకు మానవునకు తెలిసినగ్రహములలో సూర్యకుటుంబమున కిదియే చిట్టచివరనున్నది.

యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటోగ్రహములు మూడును శనిగ్రహమున కావలవలసినగానున్న కక్ష్యలలో సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నవి. వీరిపరిభ్రమణకాలములు వరుసగా 84.015, 164.788, 247.697 సంవత్సరములు. యురేనస్, నెప్ట్యూన్ గ్రహములకంటె ప్లూటోగ్రహము పరిమాణము నందు చిన్నది. భూమికి చాలదూరమున నుండుటచేతను, పరిమాణమందు చిన్నదియగుటచేతను, ఇటీవలే కనుగొనబడిన దగుటవలనను ప్లూటోగ్రహమునుగూర్చి శాస్త్రజ్ఞుల కంతగా నేమియు తెలియదు. ప్లూటోగ్రహము 15 వ పరిమాణతారవలె దూరదర్శినితో చూచినపుడు గోచరమగును. సూర్యకుటుంబములోని గ్రహము లన్నిటికంటెనుకూడ దానికక్ష్య యొక్క-వవికేంద్రతను చెందియున్నది ; దాని కక్ష్యాతలము క్రాంతివృత్తతలమున కెక్కువ యేటవాలుగకూడ నున్నది. సూర్యునినుండి ప్లూటోగ్రహముయొక్క సరాసరిదూరము నెప్ట్యూన్ గ్రహముయొక్క సరాసరిదూరముకంటె ఎక్కువే

మైనను, పుల్లాటోగ్రహకక్ష్య యొక్కవికేంద్రమై యుండుట చేత, సీచప్లిటోనోనున్నపుడు నెప్ట్యూన్ గ్రహముకంటె పుల్లాటో గ్రహము భూమికిచేరువగా వచ్చును. పుల్లాటోగ్రహస్వేషణా సంతర మచి తొలిసారిగా 1989 వ సంవత్సరములో సంభవించి నైయున్నది.

యురేనస్, నెప్ట్యూన్ గ్రహముల భౌతికపరిస్థితులు ఇంచుమించు గురు, శనిగ్రహముల పరిస్థితులను పోలియున్నవి. గురుడు, శని, యురేనస్, నెప్ట్యూన్ గ్రహములను నాలుగింటిని చేర్చి 'బృహస్పతిగ్రహముల'నియును, శేషించినగ్రహములను 'భౌమ్యగ్రహముల'నియును తరచుగా వ్యవహరింతురు. భౌమ్య గ్రహములకంటె బృహస్పతిగ్రహము లధికద్రవ్య సంయుతములైనవి. బృహస్పతిగ్రహముల న్నింటిని పరివేష్టించి దట్టమైన వాతావరణ మున్నది. ఈవాతావరణమందలి ముఖ్యమైన రచకములు అమోనియా, మీథేన్లు. గురుగ్రహవాతావరణముకంటె శనిగ్రహ వాతావరణములోను, దానికంటె యురేనస్గ్రహ వాతావరణ ములోను దానికంటె నెప్ట్యూన్ గ్రహవాతావరణములోను మీథేన్ వాయువులు క్రమముగా హెచ్చును. గురు గ్రహమునుండి నెప్ట్యూన్ గ్రహమునకు పోయినకొలదియు సీగ్రహముల యుపరితలతాపక్రమములు క్రమముగా తగ్గుటయే దీనికి కారణము. ఈవిధముగా తాపక్రమము క్షీణించుటవలన వాతావరణముయొక్క పైపొరలందున్న అమోనియావాయువు ద్రవీభవింప, అటుగుపొరలందున్న మీథేన్ వాయువు బాగుగా

కనపడును. మీఁదేక్షావాఁయుభాగమున కనుగున క్రమముగా హైద్రాబాద్, మంచుపొరలున్నవి; వానియందుగల కర్కశము, అశీతలమునైన తిలమండలములు గలవు.

ఇంతవరకు యురేనస్ నకు అయిదు ఉపగ్రహములును, నెప్ట్యూన్ కు రెండు ఉపగ్రహములును ఆవిష్కృతములైనవి. యురేనస్ ఉపగ్రహములలో 5 వ దానిని, నెప్ట్యూన్ ఉపగ్రహములలో 2 వ దానిని ఇటీవలనే క్యూపర్ అను అమెరికా దేశవిజ్ఞాని కనుగొనెను. యురేనస్ గ్రహముయొక్క ఉపగ్రహముల కక్ష్యతలములు క్రాంతివృత్తతలమునకు ఇంచుమించు లంబవిశయించున్నవి. యురేనస్, నెప్ట్యూన్ గ్రహములు రెండునుకూడ పడమరనుండి తూర్పునకే పరిభ్రమించుచున్నవిగాని వానిఉపగ్రహములలో కొన్నిమాత్రము తూర్పునుండి పడమరగా ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నవి.

గ్రహములకును ఉపగ్రహములకును సంబంధించిన వివరములు రెండవఅనుబంధములోని పట్టికలవలన తెలియనగును.



## తో క చు క్క లు

నభోమూర్తులలో శోకచుక్కలంతగ ఆకర్షణీయమైనవి మరీ లేవు. కాంతిమంతమైన తలతో, సుదీర్ఘమైన శోకతో నల్లని యాకాశమున ప్రత్యక్షమగు నామూర్తి యేమి మనోహర దృశ్యము ! భూలోకమున సన్నిహితభావికాలమందేదో గొప్ప యాపద సంభవింపనున్న ప్రజల శరణపక్షస్థలై ఆకాశమున శోకచుక్కలు ప్రత్యక్షమగుచుండునని ప్రాచీనులు విశ్వసించెడివారు. కాని వాచివిశ్వాసమున కాధారములేదు. శోకచుక్కలపు రూపములు కావు ; అతిదీర్ఘకాలవ్యవధిలోకనిపించునవికూడ కాదు. ఒకటో, రెండో శోకచుక్కలను ప్రతిసంవత్సరము దూరదర్శిని సాహాయ్యమున శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించుచునే యుండును. కాని శోకచుక్కలన్నిటికిని మనోహరమైన శోకభాగ మేర్పడకపోవుటవలన సామాన్యమానవుడు వాని యూకిని గమనింపలేడు.

గ్రహములవలెనే శోకచుక్కలుకూడ సూర్యాకర్షణ బలమునకు లోనై ఆయన చుట్టును పరిభ్రమించుచుండును. కాని గ్రహకక్ష్యలకును, శోకచుక్కల కక్ష్యలకును ఆకారములో చాలవ్యత్యాసము గలదు. సామాన్యముగా గ్రహకక్ష్య లన్నియును తక్కువవికేంద్రతగల దీర్ఘవృత్తములై యున్నవి; క్రాంతి వృత్తతలమునగాని, దానికి కొద్దియేటవాలుగాగాని ఆకక్ష్యా తలములుండును. శోకచుక్కలకక్ష్యలు పరవలయములుగాని, హెచ్చువికేంద్రమైయున్న దీర్ఘవృత్తములుగాని అయియుం

జును ; కొన్ని శోక చుక్కల కక్ష్యలు అతిపరవలయాకారమున కూడ నున్నవి. ఈ కక్ష్యలలో నాభియొద్ద సూర్యుని చుండును.

శోక చుక్కలలో నెక్కువభాగము పరవలయాకారకక్ష్య యందు సంచరించుచున్నవే. పరవలయ, అతిపరవలయకక్ష్యలు సంవృతములు కాకపోవుటచే అట్టికక్ష్యలలో సంచరించుచున్న శోక చుక్కలు ఒక్కసారిమాత్రమే కనిపించును. సాధారణముగా నీకక్ష్యలతలములు క్రాంతివృత్తతలమునకు మిక్కిలి యేటవాలుగా నుండును. వీనియందు పరిభ్రమించుచున్న శోక చుక్కలలో సగముభాగము గ్రహములవలె పశ్చిమమునుండి తూర్పుదిశగాను మిగిలినవి తూర్పునుండి పశ్చిమదిశగాను సంచరించుచున్నవి.

పరవలయాకారకక్ష్యయందు సంచరించుచున్న శోక చుక్కలవలెగాక దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలందు పరిభ్రమించుచున్న శోక చుక్కలు మరల మరల గోచరమగును. దీర్ఘవృత్తమెంతగా సాగియున్నను సంవృతమైయుండుటయే అందుకు హేతువు. ఈవిధముగా నీకక్ష్యలందు తిరుగుచున్న శోక చుక్కలు నియత వ్యవధులలో తిరిగి, తిరిగి కనిపించుచుండుటచేత వీనిని 'ఆవర్తి ధూమకేతువులు' అని పేర్కొందురు. వీని యావర్తకాల పరిమాణములు ఇవి సంచరించుచున్న దీర్ఘవృత్తవికేంద్రతను బట్టి యుండును. వీనికక్ష్యలతలములు పర, అతిపరవలయాకార కక్ష్యలందు సంచరించుచున్న శోక చుక్కలకక్ష్యల తలములంత యెక్కువ యేటవాలుగా క్రాంతివృత్తతలమునకు లేవు. వీనిలో హెచ్చుభాగము పడమరనుండి తూర్పుగనే ప్రయాణముచేయు చున్నవి.

శోకచుక్కలు సూర్యకుటుంబమునకు చెందినవా, కావాయనువిషయము కను వివాదాస్పదమైయున్నది. శోకచుక్కలు పరవలయాకార కక్ష్యలను, అభిపరవలయాకార కక్ష్యలను కూడ సూర్యకుటుంబమునుదాటి అంతరాళములో నెక్కనమేర వ్యాపించియున్నవి. ఆకక్ష్యలలో కొద్దిభాగము మాత్రమే సూర్యకుటుంబావధులనడుమ నుండును. అందుచేత దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలందు సంచరించుచున్న శోకచుక్కలు సూర్యకుటుంబమునకు చెందినవేగాని, పర, అభిపరవలయాకార కక్ష్యలందు చరించుచున్న శోకచుక్కలు మాత్రము సూర్యకుటుంబమునకు చెందినవికావని శాస్త్రజ్ఞులభిప్రాయపడుచున్నారు.

శోకచుక్కలు సుదీర్ఘములైన తమకక్ష్యలలో సంచరించుచు సూర్యున కత్యంతసామీప్యముననున్న కొలదిదినములు మాత్రమే మనకు గోచరమగును. ఆవిధముగా నవి మనకు గోచరమగు కాలపరిమాణము అన్ని శోకచుక్కలందును సమానముగా నుండదు; అవి పరిభ్రమించు కక్ష్యలనుబట్టియును, వానివేగములనుబట్టియును నదియుండును.

సూర్యునకు బాగుగాచేరువకు వచ్చి, శోకనేర్పరచుకొనిన పిమ్మటగాని సామాన్యమానవులు నట్టికంటిలో చూచి శోకచుక్కను గుర్తుపట్టలేరు. సుదీర్ఘమైన తమ కక్ష్యలలో పరిభ్రమించుచు సూర్యునకు కొంతచేరువకు వచ్చినపిమ్మటనేగాని దూరదర్శినుల సాహాయ్యముతోనైనను శాస్త్రజ్ఞులకూడ వాని నవేక్షింపలేరు. ఆదిలో శోకచుక్క మసకగానున్న బింబమువలె గోచరించును. ఇట్లు మసకగానున్న గుండ్రనిబింబమును

‘కోమా’ అని పేర్కొందురు. సక్షత్రములను, గ్రహములను మనము చూచుచునే యుండుము. వాని దీప్తలలో న్యత్యాసములన్నను, అవి తీర్చిదిద్దిన ఆకారముతో, స్ఫుటమైన దీప్తితో గోచరమగును. కాని కోమా దశలో బోకచుక్కలు మనకగానున్న బింబమువలె అస్పష్టమైన దీప్తితో స్రవ్యక్షమగును. గ్రహసక్షత్రములకును బోకచుక్కలకును దీప్తిలోగల యిన్యత్యాసము నాధారముగా కేసికొనియే సక్షత్రమేదో, గ్రహమేదో, బోకచుక్కయేదో ప్రారంభదశలోనే నిలుచుగా శాస్త్రజ్ఞులు గ్రహింపుదు. కోమాస్థితిలో బోకచుక్కకు బోక యుండదు. ఆతరువాతక్రమముగా బోకచుక్క సూర్యునిసమీపించినకొలదియు ఇంచుమించుగా ఈ కోమా మన్యభాగమందు ప్రకాశవంతమైన కేంద్రక మేర్పడును. పెద్దపెద్దబోకచుక్కలందైనచో క్రమమంగా నీకేంద్రక పరిమాణములోను, దీప్తిలోను మార్పునచ్చును. ఈమార్పు అంతకంటె చుఖ్యమైన మరొకొన్ని మార్పులకు నాంగి. కొన్నిగంటలు, లేదా దినముల తరువాత పొగవంటి ద్రవ్య మాకేంద్రకముపై నేర్పడవచ్చును; అటుపిమ్మట కోమానుండి పొగవంటి పొరలు బయలుదేరి, బోకగా వ్యాపించును.

బోక యేర్పడినపిమ్మట బోకచుక్కను రెండుగా విభజింపవచ్చును. ఒకటి దీప్తిమంతమైన తలభాగము ; రెండవది బోకభాగము. కేంద్రకము తలభాగమందే యుండును. అది సాధారణముగా సక్షత్రమునుపోలి యుండునుగాని ఏదశలోను కూడ సక్షత్రమంత స్పష్టముగా నుండదు. బోకకు కారణ

భూతమైన ఎల్లునిస్వయము కేంద్రకము నానశించియుండుట నిలననే కేంద్రకము మరకగా గోచరించునని శాస్త్రజ్ఞు లభి ప్రాయశః సున్నాడు. కోకచుక్క తలభాగవ్యాసము 30,000 నుండి 10,00,000 మైక్రోనలకుండు నుండును.

కేంద్రకము సనుసరించి పోషణగా వ్యాపించినభాగము కోక. సభామూర్తులలో కోకచుక్కలకు ప్రత్యేకతను కలిగించిన దీ కోకభాగము. కోకచుక్క సూర్యునకు రమారిమి 25,00,00,000 మైక్రో దశదాసనకు వచ్చినవిమ్మట సామాన్యముగా కోకయేర్పడును. కేంద్రకముయొక్క దీప్తికంటె కోకయొక్కదీప్తి మిక్కిలి తక్కువ. కోకచుక్క ద్రవ్యమంతయు కేంద్రకములో కేంద్రీకృతమై, కోకలో పలుచనైయుండుటయే అందుకు హేతువు. కేంద్రకమునుండి దూరముగా పోయిన కొలదియు కోకలోని ద్రవ్యసాంద్రత తగ్గును కాబట్టి తదనుగుణముగా దానిదీప్తికూడ క్రమముగా క్షీణించి చివరకు కోక ప్రదేశములో లీనమైపోవును.

కోకచుక్కలన్నిటికిని కోకలుండవు ; కోకచుక్కలలో నట్టివాని సంఖ్యయే యెక్కువ. కేంద్రకము, దానినిచుట్టి మన కగానున్న కొన్ని పొరలు ఆసమయములో దానిభాగములు. ఇక కోకలున్న కోకచుక్కల కోకలపరిమాణములలోకూడ చాల వ్యత్యాసము లుండును.

కోకచుక్కకేంద్రకమందలి ద్రవ్యమంతయు అఖండితముగా నుండదు; ఒకదాని కొకటి కొంతయెడమగానున్న ఘన ద్రవ్యఖండములు తమ పరస్పరాకర్షణబలముచే కూడుకొని



కేంద్రకమందును. తోకచుక్క- సూర్యుని సమీపించినకొలదియును ఈఘనద్రవ్యఖండములనుండి కొన్ని వాయువులును, సన్నని రజమును అమితవేగముతో పైకివచ్చి కోమాగా నేర్పడును. ఈవాయువులు కొంతవరకు సూర్యకాంతిని పరావర్తన మొనర్చుటవలనను, తమపై పడిన సూర్యకాంతిని శోషించి తిరిగి తమకు స్వాభావికమైన కాంతులను హెచ్చుగా ప్రసరించుటవలనను ప్రకాశించుచున్నవి.

సాధారణముగా కేంద్రకభాగమునుండి వాయువులు బయల్పెడలినంతనే సూర్యకాంతి ప్రేషముచే నవి సూర్యునకు విముఖదిశగా నెగురగొట్టబడి తోకగా నేర్పడును. కేంద్రకభాగమం దేర్పడు వాయువుల పరిమాణము తోకచుక్క సూర్యుని



### 34 వ చిత్రము

తోకచుక్క సూర్యుని సమీపించినకొలదియు దానితోకనిడివి క్రమముగా వృద్ధిచెందును; అదిసూర్యునినుండి దూరముగా పోయిన కొలదియు దానితోక పొడుపు క్రవముగా క్షీణించును.

సమీపించినకొలదియు సద్ధికమగునుగాన తదనుగుణముగా శోక నిడివికూడ స్పృహచెంది శోకచుక్క నీచస్థిభిజ్జుండున్నపు డది గరిష్ఠపరిమాణమునుపొందును. శోకచుక్క సూక్ష్మనినుండి దూరముగా పోగునకొలదియు శోక నిడివికూడ క్షీణించును. శోకచుక్కల శోకలు తమపైపడిన సూర్యకాంతిని శోషించి, తిరిగి తమకు స్వాభావికమైన కాంతిలను ప్రసరించుటవలననే ప్రకాశించుచున్నవి.

శోకచుక్కలను వర్ణమాలాదర్శనలలో ననుశీలించి, వానిలోని వాయువులందు కర్బనము, వైట్రోజని హైడ్రోజ్, వైసోజన్, మీథేన్, హైడ్రాక్సెల్ అను పరమాణుసముదాయములున్నవని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు.

శోకచుక్క లబ్ధద్రవ్యమూర్తులు. గ్రహముల ద్రవ్యరాసులకంటె వానిద్రవ్యరాసులు మిక్కిలి తక్కువ. అందుచేత బృహస్పతిగ్రహముల సమీపమునకు వచ్చుట తటస్థపడినపుడు ఆ గ్రహములు నెరపు నాకర్షణబలప్రభావమున కవి శోసగును; తత్ఫలితముగా వానికక్ష్యలు వైకల్యమును పొందును. ఈరీతిగా గ్రహములు శోకచుక్కలపై ప్రభావమును కలిగియున్నను, అన్ని గ్రహముల ప్రభావము ధూమకేతువు లన్నింటిపైనను సమానముగా నుండదు. ఆయా ధూమకేతు కక్ష్యలనుబట్టి, అవి యేగ్రహమున కెక్కువచేతగా వచ్చుట తటస్థపడునో ఆ గ్రహము దానిపై యెక్కువ ప్రాభవమును కలిగియుండును. ఈప్రభావము ననుసరించి 80 సంవత్సరములకంటె తక్కువ ఆవర్తనకాలముగల ధూమకేతువులను నాలుగుతరగతులుగా

శాస్త్రజ్ఞులు విభజించిరి. గ్రహములలో బుధ, శుక్ర, భూ, శుబ్ర గ్రహముల ద్రవ్యరాసు లంతయెక్కువగావు. అందుచేత తోక చుక్కలపై నవియెక్కువ ప్రభావమును కలిగియుండలేవు. ఇక గురువు, శని, యురేనస్, నెప్ట్యూన్ల మాత్రమే యెక్కువ ద్రవ్యమును కలిగియున్న గ్రహములు. కాబట్టి అవి మాత్రమే తోక చుక్కలపై నెక్కువ ప్రభావమును కలిగియుండును. అందుచే నీ నాలుగు తరగతులకు నీ నాలుగు గ్రహముల పేర్లను పెట్టిరి.

గురుగ్రహకుటుంబమునకు చెందిన తోక చుక్కల సంఖ్య చాల హెచ్చు. 80 సంవత్సరములకు తక్కువ ఆవర్తన కాలము గల 60 ధూమకేతువులలో 50 ఈ కుటుంబమునకు చెందినవే. ఈ కుటుంబమునకు చెందిన ధూమకేతువుల ఆవర్తన కాలములు 3.3 మొదలు 8.9 సంవత్సరముల వరకును నుండును. ఇక శని గ్రహకుటుంబములో నాలుగు, యురేనస్ కుటుంబములో రెండు, నెప్ట్యూన్ కుటుంబములో తొమ్మిదియును తోక చుక్కలున్నవి. నెప్ట్యూన్ కుటుంబమునకు చెందిన తోక చుక్కల ఆవర్తన కాలములు చాల హెచ్చు. 70.09 సంవత్సరముల వరకును ఆ యావర్తన కాలములుండును. హేలీ ధూమకేతు వీతరగతికి చెందినదే.

తోక చుక్క లన్నియు ప్రారంభమున దీర్ఘపరిభ్రమణ కాలము గలవియైయుండును. ఆ తరువాత వేర్వేరు గ్రహముల ఆకర్షణబలములవలన వానికక్ష్యలలో నైకల్యము లేర్పడి, అవి సంకుచింప, చివరకు తోక చుక్కలు స్వల్పపరిభ్రమణ కాలము గలవిగా పరివర్తన మొందును. కాని ఆస్థితిలోకూడ నవి స్థిరముగ నుండలేవు. బ్రహ్మాండములో నొక పెద్దమూర్తి చుట్టు నొక చిన్నమూర్తి తిరుగుచున్నపుడు, ఒక పరిమితినిమించి చిన్న

మూర్తి పెద్దమూర్తిని సమీపించినయెడల చిన్నమూర్తి శతాధికఖండములుగా విచ్ఛిన్నమగుట తథ్యమని రోషే విజ్ఞాని కనుగొనెను. ఈ అవధికి రోషే హద్దు అనిపేరు. సూర్యుని చుట్టు దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలలో తిరుగుచున్న స్వల్పపరిభ్రమణకాలపు తోకచుక్కలు సూర్యుని చుట్టెయిన్న రోషే హద్దులోని కెప్పడో యొకప్పుడు పోకుండనుండలేవు. తత్ఫలితముగా నవి విచ్ఛిన్నమౌతుంట తథ్యము. బేలాఘామకేతువు, తెయిలకు ఘామకేతువు ఇందుకు తార్కాణములు. బేలాఘామకేతువు 1846 వ సంవత్సరములో విచ్ఛిన్నమైపోయి, రెండుముక్కలుగా విడిపోయి దాని నియతవ్యవధిలో తిరిగి 1852 లో ప్రత్యక్షమైనది. ఆతరువాత మరల నెన్నడు నది కనపడలేదు. ఈ తోకచుక్కకక్ష్యయును 1872 నవంబరు 27 వ తేదీని కలిగిన ఉల్కాపాతపు కక్ష్యయును సమానమగుటవలన బేలాఘామకేతువు నకును ఈ ఉల్కాపాతమునకును సంబంధమున్నదనియును, ఆ ఘామకేతువు విచ్ఛిన్నమౌదగా నేర్పడిన ద్రవ్యఖండము లీయల్కాపాతముగా నేర్పడుచున్నవనియును శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ధరించినారు. ఇదే విధముగా బోర్స్, తెంపిల్ మున్నగు కొన్ని ముఖ్యమైన తోకచుక్కలూడ నేను అదృశ్యమై వాని కక్ష్యలలో, వాని నియతవ్యవధులలో ఉల్కాపాతములు ప్రత్యక్షమగుచున్నవి. ఈ ప్రత్యక్షప్రమాణములవలన అల్పపరిభ్రమణకాలములు గల ఘామకేతువులు కాలము గడచిన కొలదియు ఉల్కాసమూహములుగా పరివర్తనమొందునని మనమూహింపవచ్చును.

## ఉల్కలు

గ్రహములననుమనున్న అంతరాళములో అత్యల్పపరిమాణముగల ద్రవ్యఖండము లనేకములుగలవు. ఇవి యెల్లప్పుడూ నవో శాస్త్రజ్ఞులకుకూడ నిశ్చయముగా తెలియదు. సూర్యకుటుంబజననమయమందు గ్రహములుగా నేర్పడగా శేషించిన ద్రవ్యరజమే యీద్రవ్యఖండములని పలువురి యభిప్రాయము. ఇక ననుక్షణము మరికొన్ని ద్రవ్యఖండములు సూర్యకుటుంబమున కావలనున్న ప్రదేశమునుండి వచ్చి వీనిని చేరుచున్నవి. సూర్యకుటుంబపు టవధులందుండుటచే నివి యన్నియు సూర్యాకర్షణబలవలనై ఆయనచుట్టు దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలందు సంచరించుచుండును. ఉల్కలుగా మనకు ప్రత్యక్షమగుచున్న వీద్రవ్యఖండములే.

సూర్యకుటుంబములోని మూర్తులందెల్ల అల్పద్రవ్యసంయుతములైనవి ఉల్కలు. వానిపరిమాణములు చిన్న బటానీ గింజమొదలు పెద్ద బండరామువరకు నుండును. సూర్యకుటుంబమునకు చెందిన గ్రహములు, ఉపగ్రహములువలెనే ఉల్కలు కూడ స్వయంప్రకాశకములుగావు. గ్రహములును, ఉపగ్రహములును పరిమాణములలో కొంచెము పెద్దగుటవలన తమపై పడిన సూర్యకాంతిచే ప్రకాశింపగలుగుచున్నవి. కాని ఉల్కల పరిమాణములు మిక్కిలి తక్కువయగుటవలన పరావర్తన కాంతి తోనవి ప్రకాశింపజాలవు. అందుచేత భూవాతావరణమున కావల ఆకాశములో నెక్కడనోయున్న తమకక్ష్యలలో సంచ

రించుచున్నంతకాలము వానిని మనము చూడలేము. ఇక ఉల్కలును, భూమియును కొంతచేరువకునచ్చుట తటస్థించినపుడు, ఉల్కలు భూమ్యాకర్షణబలమునకులోనై భూమివైపుపడుట సంభవించును. ఆసమయములో భూవాతావరణ మొసగెడి రానికికి వానితాపక్రమము హెచ్చి, అవి ఉజ్వలస్థితినిపొందగా భూమివైపునకునున్న ఆ ఉల్కలు కాంతిరేఖలవలె ఆకాశమున కడ్డముగా గోచరించును. ఉల్కలను మనము చూడగలుగుచున్న దీప్తితోనే. ప్రతిదినము రమారమి రెండుకోట్లనలుబది లక్షల ఉల్కలు భూవాతావరణమును చేరుకొనుచున్నవట !

ఉల్కలు సామాన్యముగా భూతలమునకు 60, 70 మైళ్ళ యెత్తుననున్నపుడు మొట్టమొదట కనపడును. ఉల్కల ద్రవ్యసంచయములు మిక్కిలి తక్కువైనచో భూవాతావరణమునుదాటి భూమినిచేరుకొనుచోవుననే అవి పూర్తిగా ఆవిరియై నశించిపోవును. చాలనఱకు ఉల్క లిట్టివే. కాని కొన్ని పెద్ద పెద్ద ఉల్కలు వాతావరణముద్వారమున ప్రయాణముచేయుటలో పూర్తిగా నాశనము నొందవు. వాతావరణములో ప్రయాణము చేయుచున్నపుడు ఆవిరియైపోగామిగిలిన వానిభాగములు భూపతనమగును. ఇట్లు ఉల్క భూపతనమగునపుడు కఠోరమైన శబ్దము జనించును. హెచ్చువేగముతో నవి భూమిపై పడుటచేత అవిపడిన తావులందు లోకైన పెద్దగోరు తేర్పడును.

ఉల్క ఆకారమందెల్లప్పుడూనో 19 వ పటమునుబట్టి గ్రహించవచ్చును. సామాన్యముగా ఉల్క ఉపరితలమందు అతి పలుచనైన నల్లని పొరయుండును. కొన్ని ఉల్కలం దీపారబూడిదరంగుగా నుండుటకూడ కలదు. ఇక ఉల్క-ఉపరితల

మెన్నడును నున్నగా నుండదు. ఉల్కు భూవాతావరణద్వారమున ప్రయాణముసాగించినపుడు దాని యుపరితలమందలి భిన్న భాగములు భిన్నముగా ద్రవీభవించుటవలన దాని తలము నందు నెఱలేర్పడును. ఉల్కు పురోభాగమందున్న యీ నెఱలు చిన్నవిగను, లోతుగను, పుచ్చభాగమందున్న నెఱలు విశాలమైనవిగను, మెరకగను నుండును.

ఉల్కులను రసాయనవిశ్లేషణగావించి పరిశీలించుట వలన వానిలో మూడురకములున్నవని స్పష్టమైనది. ఒకరకము ఉల్కులు కేవలము భూమిపై సామాన్యముగా దొరకునట్టి రాళ్ళు రచననే కలిగియున్నవి. మరియొక రకము ఉల్కులలో ఎక్కువగా ఇనుము, కొద్దిగా నికెల్ కలిసియున్నవి. ఇనుము, నికెల్ కూడ ఎక్కువసాంద్రతగల మూలద్రవ్యములుగనుటవలన ఈరకము ఉల్కులు చాలబరువుగా నుండును. ఉల్కులలో అధికసంఖ్యాకము ల్లిక్టే. మూడవరకము ఉల్కులు అటు రాతిఉల్కులకును, ఇటు ఇనుమఉల్కులకును మధ్యమనిర్మాణమును కలిగియుండును.

సామాన్యముగా ఒకటి రెండుకంటె నెక్కువ ఉల్కులు ఏకకాలములో కనిపించవు. కాని కొన్నికొన్ని సమయములలో ఉల్కులు జల్లుజల్లులుగా పడును. ఇట్టి వానికి ఉత్కాపాతము లనిపేరు.

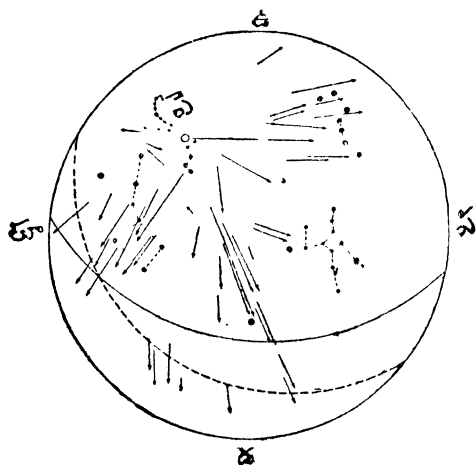
ఇతోకచుక్కలనుగూర్చి చర్చించినపుడు బేలా, టెయిలర్ మున్నగు కొన్ని అల్పసరిభ్రమణకాలముగల భూమకేసువులు అదృశ్యముకాగా వానిస్థానములో, వాని నియతవ్యవధులందు ఆకాశములో వానికక్ష్యలున్న ప్రదేశములనుండి ఉల్కా

పాతములు ప్రత్యక్షమగుచున్నవి వివరించియుంటిమి. ఉల్కా-  
పాతములు అల్పసృష్టమణికాలముగల తోకచుక్కలు విచ్చిన్తి  
పొందుటవలన కలుగుచున్నవి.

ఒక ఉల్కాపాతమందలి ఉల్కల్నియునుకూడ ఒకదాని  
కొకటి సమాంతరముగనున్న ద్విస్పృష్టాకారకక్ష్యలతో సూర్యు  
నిచుట్టును పెరిభ్రమించుచుండును. ఈ కక్ష్యలను క్రాంతిస్పృష్ట  
మెచ్చట ఖండించునో ఆస్థానమును భూమి చేరుకొనినపుడు ప్రతి  
సంవత్సరము ఆయుల్కాపాతము సంభవించుట కవకాశమున్నది.  
ద్విస్పృష్టములు సంవృతకక్ష్యలు కాబట్టి ఆకక్ష్యలతో పరిభ్ర  
మించుచున్న ఒకఉల్కాపాతమందలి ఉల్కలు కొన్ని నియత  
వ్యవధులతో మనకు తిరిగి తిరిగి ప్రత్యక్షమగును. ఆనియత  
వ్యవధిని ఆఉల్కాపాతముయొక్క ఆవర్తనకాలమని పేర్కొం  
దురు. సామాన్యముగా నొక ఉల్కాపాతమందలి ఉల్కలు ప్రతి  
సంవత్సరము ఒకనిర్దిష్టసమయమున ప్రత్యక్షమగుచున్నను, ఆ  
యుల్కాపాతనియతావర్తనకాలవ్యవధిలో అవి గరిష్ఠసంఖ్యా  
కములై గోచరమగును. ఒక ఉల్కాపాతమందలి ఉల్కలు వాని  
కక్ష్యలందంతటను సమానముగా వ్యాపించియుండక ఒకచోట  
గుమికూడియుండుటయును, ఆయుల్కల కక్ష్యలను క్రాంతిస్పృష్ట  
మెచ్చట ఖండించుచున్నదో నాస్థానమునొద్దకు ఆఉల్కల  
గుంపును, భూమియును కలిసి ఆఉల్కాపాతముయొక్క ఆవర్తన  
కాలవ్యవధిలోమాత్రమే వచ్చుటయును అందుకుకారణములు.  
ఇక ఒకఉల్కాపాతమందలి ఉల్కల్నియు విన్వీధియం దొకే  
స్థానమునుండి బయలుదేరినట్లుగపడును. ఆ స్థానమునకు  
'రేడియంట్' అనిపేరు. కాని యీదృశ్యము కేవలము అభి



వ్యక్తమే. పైలుపట్టాలు సమాంతరముగనున్నను, చాలదూరమున నవి కలిసికొనిన పైట్లుల గోచరమగునో ఆవిధముగనే ఒకఉల్లాపాతమందలి ఉల్కలకక్ష్యలుకూడ సమాంతరముగనున్నను అవి ఆకాశములో ఒకబిందువునొద్ద కలిసికొనినట్లుగా



35 వ చిత్రము

పె - పెర్సియస్ రాశి.

పెర్సియస్ అను ఉల్కాపాతముయొక్క రేడియంట్ బిందువు.

హింపవచ్చును. ఆబిందువే రేడియంట్. ఆబిందువునుండియే ఉల్కలన్నియు పడుచున్నట్లుగపడునుగాని వాస్తవముగా నవి యాబిందువునుండి పడుటలేదు.

ప్రకృతిలో రమారమి ఒకవంద ఉల్లాపాతములున్నట్లు ఇంతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. ఏదైన నొక ఉల్లాపాతము యొక్క వ్యక్తిత్వము ముఖ్యముగా దాని ఆవర్తనకాలమును

బట్టియును, దాని 'రేడియంట్' బిందువునుబట్టియును ఉండును. సాధారణముగా ఉల్కాపాతములకు నామములకు వాని 'రేడియంట్' బిందువుల ననుసరించి శాస్త్రజ్ఞులేర్పరుచుదు.

ఉల్కాపాతములలో నాలుగు చాలముఖ్యమైనవి. వానికి పెర్సైన్సు, లైరిస్సు, లియెనిస్సు, ఏండ్రోమిడ్సు అనిపేరు.

పెర్సైన్స్ ; లేదా ఆగష్టు ఉల్కా-పాతము : విస్వీధిలో పెర్సియస్ రాశియున్న స్థానమునుండి యీఉల్కాపాతము ఆగష్టు నెలలో సంభవించుచుండుటచే దీనికి పెర్సైన్స్ అనియును, ఆగష్టుఉల్కా-పాతమనియును నామము లేర్పడినవి. ఈఉల్కా-పాతమందలి ఉల్కల కక్ష్యలను క్రాంతివృత్త మెక్కడఖండించునో ఆస్థానమును ప్రతిసంవత్సరము ఆగష్టు 10 వ తేదీ ప్రాంతమున భూమి చేరుకొనును. తన్మూలముగా నేర్పడిన సన్నిహితత్వముచే భూమ్యాకర్షణప్రభావ మానవచుమున నా ఉల్కలపై అధికమై యీఉల్కా-పాతము సంభవించుచున్నది. ఈయుల్కా-పాతము ఆగష్టు 10, 11 తేదీలలో ఎక్కువగా నుండును. టెల్లిధూమకేతువు విచ్చిన్నమగుటవలన నీయుల్కా-పాతము ప్రాప్తించినదని శాస్త్రజ్ఞులు తలచుచున్నారు.

లైరిస్సు : ఆకాశములో లైరారాశియున్న ప్రదేశము నుండి ఏప్రిల్ నెల 19, 23 తేదీల నడుమ నీయుల్కా-పాతము సంభవించుచున్నది. 1861 I శోకచుక్క-కక్ష్యో శీయుల్కా-పాతముయొక్క కక్ష్య యేకీభవించియుండుటచే నాశోకచుక్క-విచ్చిన్నమై ఈయుల్కా-పాతముగా పరివర్తన మొందినదని విజ్ఞులభిప్రాయపడినారు.

లియోనార్డు; లేనా సనంబుల ఉల్లాపాతము : ఉల్లాపాతములందెల్ల నది పుష్పి. దీని రేడియంట్ బిందువు లియోనార్డుతో గలదు. ఈ ఉల్లాపాతము సనంబుల నెలలో సంభవింపచుండుటచే దీనికి 'సనంబుల ఉల్లాలు' అని మరియొక పేరు కూడా వచ్చినది. క్రాంతిస్థితిమును ఈ యుల్లాపాత కక్ష్యయును పరస్పరము ఖండించుకొనుతావునకు ప్రశిసంవత్సరము సనంబుల 14 వ తేదీ ప్రాంతమున భూమివచ్చును. అందుచే ఆసమయముననే యీ ఉల్లాపాతము సంభవింపచున్నది. కాని యీ ఉల్లాపాతములోని ఉల్లాలు యును తమకక్ష్యయందు సమాసముగా వ్యాప్తి నొందియుండక ఒకచోట సాంద్రముగను, వేరొకచోట పల్చగను నుండుటచే నీయుల్లాపాతముయొక్క తీక్షణత ప్రశిసంవత్సరము సమాసముగ నుండదు. 33 $\frac{1}{4}$  సంవత్సరముల కొకపర్యాయము ఈ ఉల్లాపాతములో ఎక్కువసాంద్రత గల భాగమునకు చేరువగా భూమివచ్చుటతటస్థపడదు కాబట్టి ఆసమయముననే యీ ఉల్లాపాతముయొక్క తీక్షణత అధికముగ నుండును. టెంపిల్ ధూమకేరువు విచ్చిన్నమగుటవలన నీ యుల్లాపాత మేర్పడినది.

ఏండ్రోమిడాన్సు : జైలా తోకచుక్క విచ్చిన్నమగుట వలన నీ ఉల్లాపాత మేర్పడినది. కొన్ని సంవత్సరముల వెనుక దనుక సనంబుల 26, డిశంబుల 4 తేదీల మధ్యకాలములో నిది ప్రత్యక్షమగుచుండెడిది కాని ప్రస్తుతముకనిపించుట లేదు. సూర్య కుటుంబములోని యితర గ్రహముల ఆకర్షణవలన దానికక్ష్యలో నైకల్యమేర్పడుటయే అందుకు కారణము. మరికొంతకాలమున కీయుల్లాపాతము మరల ప్రత్యక్షమైన కావచ్చును.

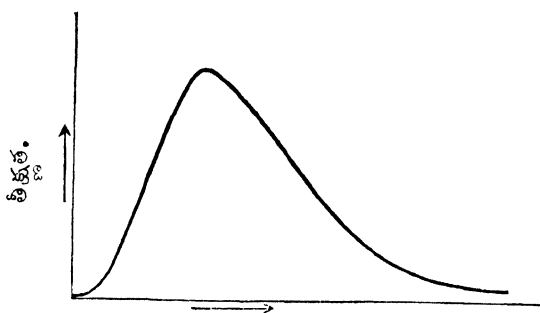
# నక్షత్రములు

## వర్ణమాలావర్ణికరణము

నక్షత్రములన్నియును స్వయంప్రకాశకమూర్తులు. వాటి కంటికవి సాధారణముగా తెల్లనికాంతిలో తేజర్జిల్లుచున్నట్లు గోచరించును ; అక్షరక్షర ఒక్కొక్క నక్షత్రము మాత్రము ఎరుపుకాంతిలో ప్రకాశించుచున్నట్లు కనపడును. కాని దూర దర్శినిలో నక్షత్రముల నవేక్షించినయెడల నవి యన్నియు తెల్లనికాంతిలో తేజర్జిల్లుట లేనవియు, నీలి, పసుపు, నారంగ, యెరుపు మున్నగు రంగులలో నవి వేర్వేరుగా ప్రకాశించుచున్నవనియు మనకు స్పష్టమగును. కొన్ని ముఖ్యమైన నక్షత్రము లేయేరంగులలో ప్రకాశించుచున్న స్థిగపడుచున్నవో అనుబంధములో పొందుపఱచుటమైనది.

నక్షత్రము లేరంగుకాంతిలో ప్రకాశించుచున్నవో వాటి కంటిలో నవేక్షించిగాని, దూరదర్శినిలో పరీక్షించిగాని నిర్ణయముగాచెప్పుట కష్టము. ముఖ్యముగా ఒకేరంగులోనున్న వేర్వేరుభావలను కన్ను సరిగా గ్రహించలేదు; అందుచేత అట్టి సునిశితమైన యవేక్షణల కనుపణమైన పరికరమున్నచో మిక్కిలి లోభ్యమగును. అట్టిపరికరమే వర్ణమాలాదర్శిని. నక్షత్రకాంతిని వర్ణమాలాదర్శినితో నవేక్షించినపుడు ఇంద్రదనుస్సునందువలె ఊదా మొదలు ఎరుపువరకునుగల వర్ణములు ఒకదానిప్రక్క మరియొకటిచేరి రంగులమాలగా గోచరమగును. ఇట్టిదానికి నక్షత్రవర్ణమాల యనిపేరు.

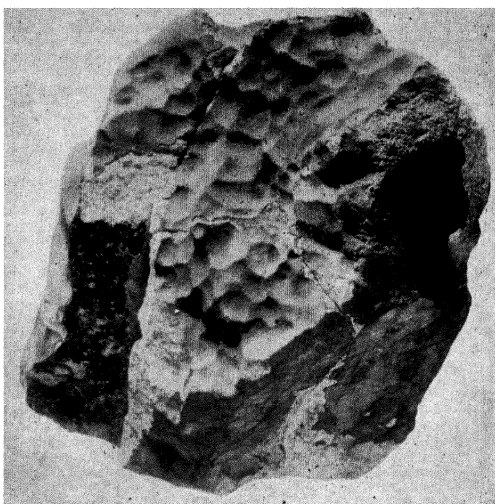
సాధారణముగా సక్షత్రములన్నింటి వర్ణమాలలలోను ఊదా మొదలు ఎరుపువరకును గల రంగులన్నియు నున్నను ఏ యొకసక్షత్రవర్ణమాలలోను అన్నిరంగులు సమానతీక్షణతను కలిగియుండుటగాని, లేదా వేర్వేరు సక్షత్రముల వర్ణమాలలలో ఏదైన నొకరంగు సమానతీక్షణతను కలిగియుండుటగాని జరుగదు. సక్షత్రముల వర్ణమాలలను ఛాయాచిత్ర గ్రహణ మొనర్చి, ఆఛాయాచిత్రముల సాహాయ్యముతో నందలి వేర్వేరువర్ణములతీక్షణతలను కనుగొని, యేవర్ణ మెంతతీక్షణము



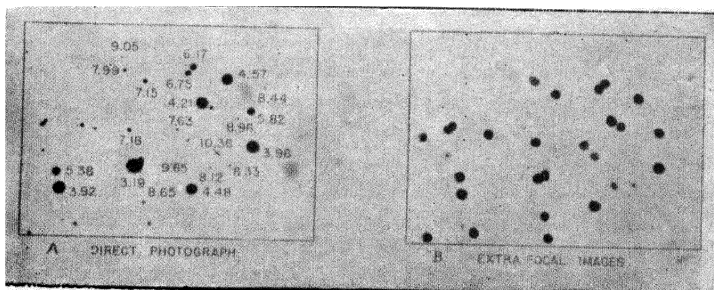
తరంగదైర్ఘ్యము.

36 వ చిత్రము

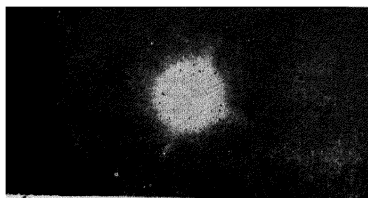
గానున్నదో రేఖాచిత్రమువలన చూపినచో 36 వ చిత్రములో చూపినమాదిరి వక్రరేఖయొకటి సిద్ధించును. అట్టిరేఖనుబట్టి యొకసక్షత్రవర్ణమాలలో ఏవోయొకవర్ణముమాత్రమే గరిష్ఠ తీక్షణతను కలిగియుండునని స్పష్టమగును. ఆగరిష్ఠతీక్షణత నేవర్ణము కలిగియుండునో ఆసక్షత్రమారంగుతోనే ప్రకాశించుచున్నట్లు



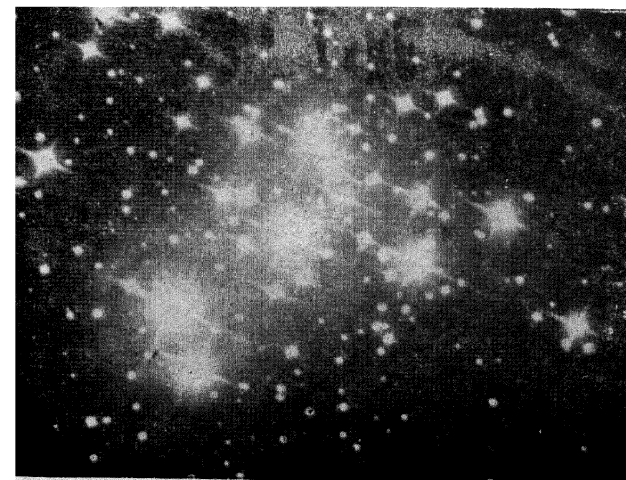
19-వ పటము. ఉల్క (పుట. 283)



20-వ పటము. నక్షత్రపరిమాణమును కనుగొను పద్ధతులు (పుట. 258)



21-వ పటము. నూతన నక్షత్రముయొక్క ఉత్పన్నతనము (పుట. 283)



22-వ పటము. ప్లేయిడ్స్ (పుట. 284)

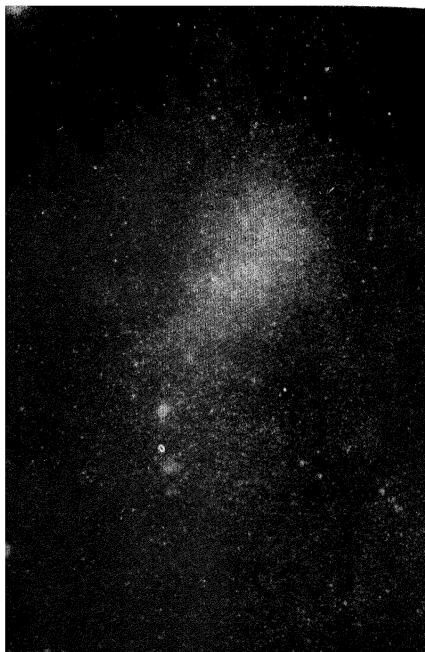


23-వ పటము. గోళాకారపుంజము-M 13 (పుట. 294)



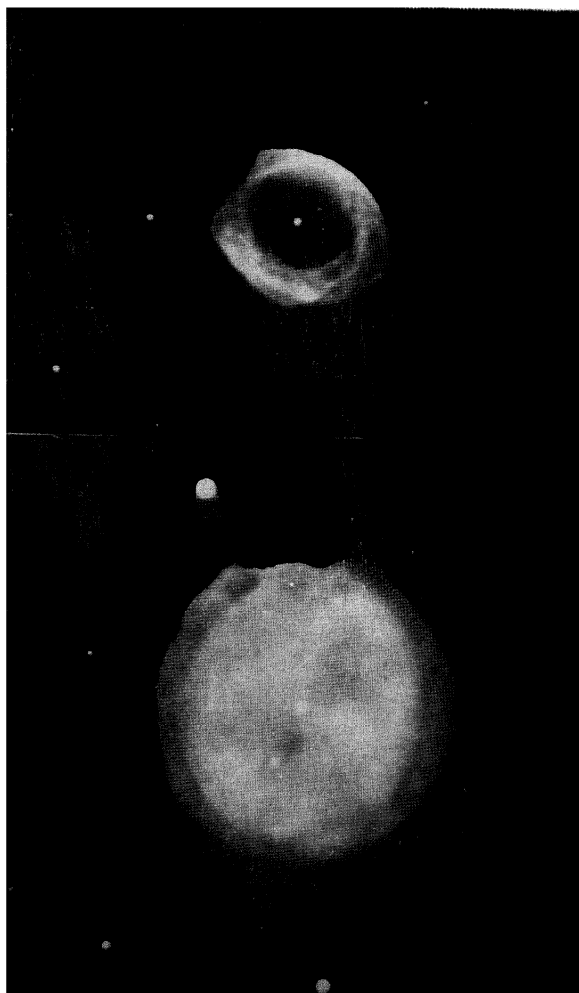
24-వ పటము. సజిటేరియస్ రాకెట్‌ను సక్రిప్టేమేటుము (పుట. 295)





25-వ పటము. అల్పకర మేగిలాన్ నక్షత్రమేఘము (పుట. 296)

# గ్రహకావపు నెబ్యులాలు



26-వ పటము.

లైరాశిలోని రింగ్ నెబ్యులా (పుట. 306)

27-వ పటము.

నెబ్యులా N. G. C. 1501 (పుట. 306)

## విక్షిప్త నెబ్యూలాలు



28-వ పటము.  
ఓరయన్ రాకెట్ ని గ్రేట్ నెబ్యూలా (పుట. 306)



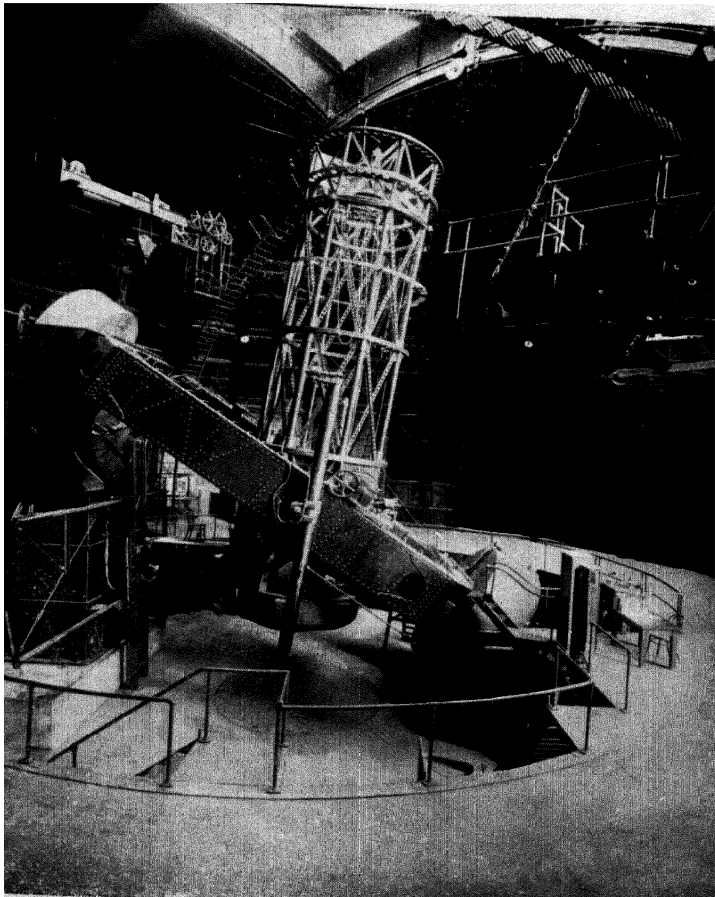
29-వ పటము.  
గుర్రపుతల ఆకారముననున్న నెబ్యూలా (పుట. 307)



30-వ పటము. స్పైరాల్ గెలక్సీ (పుట. 310)



31-వ పటము. ఎండ్రోమీడా గెలక్సీ (పుట. 310)



32-వ పటము. నూరు అంగుళముల దూరదర్శిని.

గోచరించును. సూర్యవర్ణమాలలో ఎక్కువతీక్షణమైన వర్ణము పసుపు. అందుచేత సూర్యుడు పసుపు వర్ణముతో ప్రకాశించుచున్నాడని మనము పేర్కొందుము.

సక్షత్రములను వానిరంగులనుబట్టి నీలిరంగు సక్షత్రములు, తెలుపురంగు సక్షత్రములు, పసుపురంగు సక్షత్రములు ..... అని కొన్ని వర్ణములుగా విభజింపవచ్చును. సక్షత్రముల వర్ణమాలలో ఒక్కొక్కరంగు కొంతమేరవరకును విస్తరించియుండి దానిప్రక్కనున్న రంగులోనికి కలిసిపోవుచుండును కాబట్టి ఒక్కొక్కపు డొకవర్ణమునకు చెందినసక్షత్రమును వేరొక వర్ణమునకు చెందినసక్షత్రముగా భ్రమపడుట కవకాశమున్నది. అందుచేత వర్ణములనుబట్టి చేసిన సక్షత్రములవర్గీకరణము కేవలము స్థూలమైనదేయని యంగీకరింపకతప్పదు. అంతకంటెను సునిశితమైనపద్ధతి వర్ణమాలారేఖలనుబట్టిగావించిన వర్గీకరణము.

సక్షత్రములను వర్ణమాలాదర్శినితో నవేక్షించినపుడు ఊదా మొదలు ఎరుపువరకునుగల వర్ణములు వరుసగా ఒకదాని ప్రక్క నొకటిచేరి యొకవర్ణమాలవలె సాధారణముగా గోచరమగునని పైనిపేర్కొనియుంటిమి. కాని ఆవర్ణమాలాదర్శిని యొక్కవసామర్థ్యముగలదైనచో ఆవర్ణమాలను ఖండించుచు నిట్టినిలువుగనున్న కాంతిహీనమైన ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలుకొన్ని సూర్యవర్ణమాలలందు వలెనే సక్షత్రవర్ణమాలయందుకూడ కనపడును. సక్షత్రవర్ణమాలలలోని ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖల స్థానమునుబట్టి ఆయాసక్షత్రములం దేయే ద్రవ్యములున్నవో, వాని తాపక్రమమెంతయో చెప్పవచ్చును. కాబట్టి సక్షత్రవర్ణమాలల

లోని ఫ్రాంకోఫోన్ కేబులునుబట్టి నక్షత్రములను వర్గీకరణ మొనర్చినచో అది యెక్కువ కచ్చితముగా నుండునని వేరే చెప్పనక్కరలేదు. విలియమ్ హాన్సు, ఫాదర్ సెన్ ప్రభృతి భీషిషయమై ప్రారంభములో కొంతకృషిచేసిగాని అందును గూర్చి యెక్కువ కృషిచెయ్యవలసి అమెరికాదేశవిజ్ఞాని డ్రేపర్. ఆయన రమారమి 40 సంవత్సరములు శ్రమపడి, 22,53,000 నక్షత్రముల వర్ణమాలలను తీసి, యేయేనక్షత్రము లు దేయే ఫ్రాంకోఫోన్ కేబులున్నచో, వాని తీక్షణత తంకెంతయో తెలియజేయునట్టి 'కేటలాగు' నొకదానిని సమర్పించెను. దానికి 'నక్షత్రవర్ణమాలల డ్రేపర్ కేటలాగు' అనిపేరు. డ్రేపర్ కేటలాగు నాధారముగా చేసికొని హర్వర్డువేదశాలలో పనిచేయుచున్న ఆసీకేనా అనుయువతి, నక్షత్రములను O, B, A, F, G, K, M, R, N, S అను పదివర్ణములుగా \*విభజించినది. ఈవర్గీకరణమునే ప్రమాణముగా ప్రపంచవైజ్ఞానికులందరు నే ఉనుననించుచున్నారు.

కాని, O, B, A మొదలైనవర్ణములకు చెందినవి చాల నక్షత్రములున్నను వీనిలో నేనో యొకవర్ణమునకు పూర్తిగా చెందక, రెండువర్ణములకు మధ్యస్థములైయున్న లక్షణములు గల నక్షత్రములకూడ కొన్నియుండును. ఉదాహరణము నకు కొన్నినక్షత్రములు O వర్ణమునకుగాని B వర్ణమునకుగాని

\*'Oh, Be A Fine Girl, Kiss Me Right Now, Sweet!'

అను వాక్యము ఈవర్ణమాలావర్ణములపేర్లను వరుసక్రమములో జ్ఞప్తియొందుచుకొనుటకు బాగుగా తోడ్పడును. ఈవాక్యములోని పదముల మొదటి అక్షరములు వర్ణమాలావర్ణములను వరుసక్రమములో సూచించును.

పూర్తిగాచెందక ఆరెండువర్గములను మధ్యస్థముజైయుండును. అందుచేత ప్రతివర్గమును విరిగి వివిధాగములుగా శాస్త్రజ్ఞులొనర్చిరి.  $A_0, A_1, A_2, A_3, \dots A_9$  అనునది అట్టి వర్గకరణమే.  $A_5$  అనువర్గము  $A_0$  వర్గమునకును,  $F_0$  వర్గమునకును సరిగా సమమనుండును. ఇక సక్షత్రములలో నూరికి తొంబది పాళ్ళు  $B, A, F, G, K, M$  వర్గములను చెందినవి.

ఈవర్ణమాలావర్గీకరణమునుబట్టి 0 వర్గమునకు చెందిన సక్షత్రములు నీలిగా గోచరమగును. హైడ్రోజని, అయనీకరణము చెందిన హీలియమ్, అయనీకరణముచెందిన ఆక్సిజని, నైట్రోజనులను సంబంధించిన రేఖలు వీని వర్ణమాలలందు కానవచ్చును. B వర్గమునకు చెందినసక్షత్రములు తేతనీలిరంగు కాంతిలో ప్రకాశించుచుండును. వీనివర్ణమాలలలో నెక్కువ తీక్షణమైనవి హీలియంరేఖలు; ఆక్సిజన్, హైడ్రోజనులను సంబంధించిన రేఖలుకూడ వీనివర్ణమాలలలో గోచరములగును గాని అవి హీలియం రేఖలంత యెక్కువ తీక్షణమైనవికావు. అందుచేత ఈసక్షత్రములను హీలియమ్సక్షత్రములనికూడ పేర్కొందురు. ఒరయకారానిలోని సక్షత్రము లీవర్ణమునకు చెందినవి.

A వర్ణసక్షత్రములు తెల్లనికాంతిలో ప్రకాశించుచుండును. వేగా, సిరియస్ మున్నగుసక్షత్రము లీవర్ణమునకు చెందిన తారల కుదాహరణములు. ఈవర్ణమునకు చెందిన సక్షత్రముల వర్ణమాలలలో ఎక్కువతీక్షణమైనవి హైడ్రోజనిరేఖలు కాబట్టి వీనిని హైడ్రోజనిసక్షత్రము లనుపేరతో వ్యవహరిం



చుటయును కలదు. అయినీకరణస్థితియందున్న ఇనుము మున్నగు కొన్నిలోహములకు సంబంధించిన రేఖలుకూడ వీనివర్ణమాలలలో కానవచ్చును.

G, B, A అను మూడువర్ణములకునుచెందిన సక్షత్రములను శ్వేతతారలని స్థూలముగా పేర్కొందురు. ఈరీతిగనే స్థూలవిభజనలో F, G వర్ణముల సక్షత్రములు పసుపుపచ్చని సక్షత్రములగును. F వర్ణసక్షత్రములు లేతపసుపురంగుతో గోచరింపగా G వర్ణసక్షత్రములు ముదురపసుపువర్ణముతో ప్రత్యక్షమగును. కేనిస్ మైనర్ రాశిలోని ప్రోసియాకా సక్షత్రము F వర్ణసక్షత్రములకు చక్కనియుదాహరణము. ఈవర్ణము నకుచెందిన సక్షత్రముల వర్ణమాలలలో హైడ్రోజని రేఖల కంటె అయినీకరణస్థితిలోనున్నలోహములకుచెందిన రేఖ లే యెక్కువ తీక్షణముగానుండును. అయినీకరణస్థితిలోనున్న కాల్షియమ్ నకు చెందిన రేఖలు వానివర్ణమాలలలో ఎక్కువప్రాముఖ్యమైనవి. సూర్యుడు G వర్ణమునకుచెందిన సక్షత్రము. ఈవర్ణమునకుచెందిన సక్షత్రముల వర్ణమాలలందు హైడ్రోజని రేఖల తీక్షణత మిక్కిలి తక్కువగానుండును ; అయినీకరణస్థితిలోనున్న కేల్షియమ్ నకుచెందిన రేఖలు F వర్ణ సక్షత్రముల వర్ణమాలలందుకంటె నెక్కువతీక్షణముగను, తటసస్థితిలోనున్నలోహములకు చెందిన రేఖలు హెచ్చుగను ఇందు గోచరించును.

K, M, S వర్ణములకుచెందిన సక్షత్రములను శోణవర్ణ తారలని పేర్కొందురు. K వర్ణసక్షత్రముల వర్ణమాలలలో అయినీకరణస్థితియందున్న కాల్షియమ్ నకు సంబంధించిన రేఖలు

గరిష్ఠదీప్తిగలవిమై యుండును. ఆర్జితైరాసక్తైః మిన్ద్రము సకుచేదినది. ఇవి నారంగవర్ణముతో తేజరిల్లు సక్తత్రములని చెప్పవచ్చును. ఈవర్ణముసకుచేదిన సక్తత్రములవర్ణమాల లలో కొన్ని సంయోగద్రవ్యములకు సంబంధించిన దళములు గోచరమగును.

M వర్ణసక్తత్రములు శోణవర్ణముతో ప్రకాశించు తారలు. ఈతారలవర్ణమాలలలోను, S, R వర్ణములకు చెందిన తారల వర్ణమాలలలోనుకూడ దళము లెక్కువగా గోచరించును.

ఒక వర్ణముసకు చేదినసక్తత్రముల వర్ణమాలలకును, వేరొక వర్ణముసకు చేదినసక్తత్రముల వర్ణమాలలకును పరిగణ నీయమైన వ్యత్యాసము లుండును. అందుచేత వర్ణమాలలను సక్తత్రముల విలక్షణములైన ధర్మములలోనొకటిగా మనమెన్న వచ్చును. సక్తత్రముల వయస్సులలో తేడాలుండుటవలననే వాని వర్ణమాలలలో వ్యత్యాసములు జనించుచున్నవనియును, O వర్ణసక్తత్రములుగా జీవితము నారంభించి, వయస్సు హెచ్చినకొలదియు క్రమముగా B, A, F, G, K ఆదిగాగల వర్ణమాల సక్తత్రములుగామాడ్చును పొంది చివరకు S వర్ణ సక్తత్రములుగా నవి పరిణామమునుపొందుచున్నవనియును శాస్త్రజ్ఞులు తలంచుచున్నారు. సక్తత్రముల వర్ణమాలల సాహాయ్యమున వాని తాపక్రమము, చలనము ఆదిగాగల యనేకవిషయములను గూర్చి తెలిసికొనుటకు సాధ్యమగు చున్నది. అది యెట్లులనో ముందుస్థటలలో పరిశీలింతము.

## తాపక్రమము

సక్షత్రములతాపక్రమమును తెలిసికొనుటకు ముఖ్యమైన ఆధారము సక్షత్రములస్థిమాలలు. సక్షత్రముల స్థిమాలనుబట్టికూడ స్థిమాలముగా వానితాపక్రమములను తెలిసికొనవచ్చును. కవ్వనికొలిమిలో ఇనుపముక్కను కాల్చుటను మనమందరము చూచియుండుము. కొలిమిలో పెట్టుటకు పూర్వము ఇనుపముక్క ఒకరకమైన నలుపురంగును కలిగియుండును; కానికొలిమియు నది యెట్టిబడి, క్రమముగా లేతయెప్పుడునుండి ముదరయెప్పు, పసుపు ఆరిగాగలరంగులతో ప్రకాశించి, చివరకు కన్నులకు మిరుమిట్లుగొల్పుచు తెల్లని తేజస్సుతో తేజరిల్లును. దీనిబట్టి తపస్థితియందున్న ఒక వస్తువువర్ణమునకు దాని తాపక్రమమునకును అవినాభావ సంబంధమున్నదని మనకు స్పష్టమగును. కాని సక్షత్రముల రంగుకంటె వాని వర్ణమాలలనుబట్టి కచ్చితముగా సక్షత్ర తాపక్రమములను కనుగొనవచ్చును. ఇట్లెట్లు సాధ్యమగుచున్నదో అరయుటకు పూర్వము పరమాణురచననుగూర్చి కొంత తెలిసికొనవలసియున్నది.

పరమాణుసంఘము మధ్యను అధికభారయుతమైన కేంద్రకమును, ఆకేంద్రకముచుట్టు నియమితకక్ష్యలలో తిరుగుచు ఎలక్ట్రానులు నున్నవి. పరమాణు వ్యూహమునందు కక్ష్యలలో పరిభ్రమించుచున్న ఎలక్ట్రానులను కేంద్రకముతో బంధించుచు తీక్షణమైన విద్యుత్ బలములు గలవు. ఈవిద్యుత్ బలములనుండి విముక్తినిపొంది ఒక్కొక్కటి అంతకంటె నెక్కువగాని

ఎల్లవ్రాసినట్లు తమకక్ష్యలను వదలి పరమాశుభ్రాహ్మణమునుండి దూరముగా బయటికిపోయినవో, అప్పుడా పరమాశుభ్ర అయిన నీకరణమునొందినవందగుట. పరమాశుభ్రనందు కేంద్రకమునకు చేసినగానున్న ఎల్లవ్రాసినట్లుకంటె దూరముగానున్న ఎల్లవ్రాసినట్లు కేంద్రకమునుండి విడదీయట సులభము. పరమాశుభ్ర అను అయినీకరణమొచ్చుచువిధానములలో నొకటి వాని తత్త్వ మొనర్చుట. పరమాశుభ్రను ఎల్లవ్రాసినట్లు తత్త్వమొనర్చినకొలది యును కేంద్రకమునకు చేసినగానున్న కక్ష్యలలోని ఎల్లవ్రాసినట్లుకూడ పైకి ఎగిరిపోయి ఆపరమాశు సనీకముగా అయినీ కరణమొందును. ఇక సత్కత్రములందలి పరమాశుభ్రలు సత్కత్ర మధ్యభాగము దగ్గికతాపక్రమస్థితియందున్న దీప్త్యవరణము నుండి వెల్పుడు వికరణములచే అయినీకరణము నొందును. ఇట్లవి ఎంతవెచ్చుగా అయినీకరణమునొందు ననువిషయము ఆ సత్కత్రదీప్త్యవరణ తాపక్రమమునుబట్టి యుండును. ప్రయోగ శాలలలో గావింపబడిన ప్రయోగములవలన శోషణవర్ణమాల యుండలి యొక కాంఠిహీనమైన రేఖాస్వభావము ఆరేఖకు కారణభూతమైన పరమాశుభ్రనుబట్టియును, అది పొందిన అయినీకరణపరిమాణముచుబట్టియును ఉండునని స్పష్టమైనది. కాబట్టి ఒక సత్కత్రవర్ణమాలను సరిశీలించి ఆసత్కత్రమం దేయే మూలద్రవ్యపరమాశుభ్రలున్నవో, అవి యెంతవరకు అయినీ కరణము నొందియున్నవో కనుగొనవచ్చును. మేఘనాథసహ స్రశ్రుతి విజ్ఞానరశ్మిలు ఒకవస్తువు తాపక్రమమునకును దాని అయినీకరణాంశమునకును గలసంబంధమును నిరూపించు సిద్ధాం

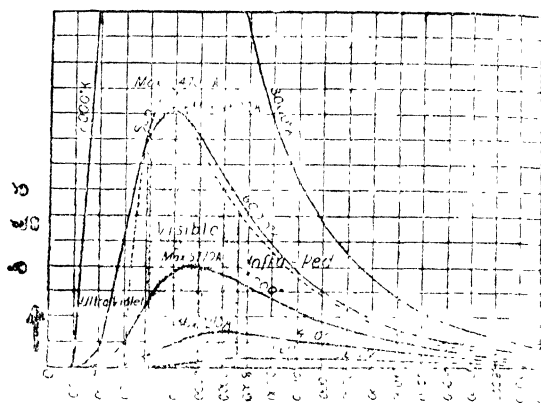
తమును కనుగొనిరి. ఆసిద్ధాంతమును వేర్వేరు వర్ణమాలా వర్ణములకు చెందిన నక్షత్రములకు వర్తింపజేసి, వానితాపక్రమము లెంతెంతయో కనుగొనవచ్చును.

ఈరీతిగా గావించిన పరిశోధనలవలన ఏయే వర్ణమాలా వర్ణనక్షత్రముల దీప్త్యావరణ తాపక్రమ మెంతెంత యున్నట్లు తెలియవచ్చినదో దిగువపట్టికలో పొందుపరచబడినది.

వర్ణమాలావర్ణము	తాపక్రమము
Or వర్ణము	50,000° K
Be „	20,000° K
A „	10,000° K
Fine „	7,000° K
Green „	6,000° K
K „	4,000° K
M „	3,000° K

వీక్, స్టాంక్ అనుశాస్త్రజ్ఞులు తత్తత్తత్తయిందున్న వస్తువు నుండి ప్రసరితమగు వేర్వేరురంగుల కాంతిల తీక్షణతలకును ఆవస్తువు తాపక్రమమునకునుగల సంబంధమును నిరూపించు నియమములవరచిరి. అన్నిరంగులకాంతిలను ప్రసరించునొక వస్తువు వేర్వేరుతాపక్రమములతో నేర్పరచు వర్ణమాలలందు వేర్వేరురంగులతీక్షణతలకును ఆరంగు కిరణముల తరంగదైర్ఘ్యము లకునుగల సంబంధమును నిరూపించు రేఖలను గీసినచో, అవి 37 వ చిత్రములో చూపినట్లుండును. ఈరేఖల ననుసరించిన యెడల వస్తువుతాపక్రమము మోచిచ్చినకొలనియు దానివర్ణ

మాలలో ఎక్కువతీక్షణత గలనక్షమము తక్కువతరంగదైర్ఘ్యము గలదిగామాటనని విధితమగును. ఈమార్పు  $T\lambda_{\max} = 0.2897$  అను నియమము ననుసరించి జరుగునని వీన్ శాస్త్రజ్ఞుని పరిశోధనములవలన స్పష్టమైనది. (ఇందు  $T$ - పరమమానముతో తాపక్రమమును,  $\lambda_{\max}$ - గరిష్ఠతీక్షణతను పొందిన కాంతి



తరంగ దైర్ఘ్యము

37 వ చిత్రము

కిరణము యొక్క తరంగదైర్ఘ్యమును సెంటీమీటరులలోను తెలుపును.) కాబట్టి ఒకనక్షత్రవర్ణమాలలో ఎక్కువతీక్షణమైన వర్ణముయొక్క తరంగదైర్ఘ్యమెంతయో కనుగొని, ఆతరంగదైర్ఘ్యముచేత  $0.2897$  అను అంకెను భాగించినచో ఆనక్షత్ర తాపక్రమము సిద్ధింపనును. నక్షత్రతాపక్రమములను కనుగొనుట కిదియొకపద్ధతి. సూర్యవర్ణమాలయందు గరిష్ఠతీక్షణతగల కాంతి కిరణముయొక్క తరంగదైర్ఘ్యము  $4.70 \times 10^{-15}$  సెం.మీ. కాబట్టి

పైనియమమునుబట్టి సూర్యగోళతాపక్రమము సుమారు 6,000 దిగ్రీలని వ్యక్తమగును. అయితే ఎక్కువదీప్తిమంతమైన నక్షత్రముల తాపక్రమమునేగాని యింట్లోని సరిగా కనుగొనలేము.

పరిమాణము

నక్షత్రములన్నియు సమానదీప్తితో ప్రకాశించుటలేదని వాని నవేక్షించిన స్పష్టమగును. సర్వవిమండలములోని ఆల్ఫా, బీటా, గామా, డెల్టా, ఎస్సిలా, జీటా, ఈటానక్షత్రములన్నియును ఇంచుమించు సమానదీప్తితో తేజరిల్లుచుండగా జీటా నక్షత్రమునకు ప్రక్కనేయున్న అకుంధతీనక్షత్రము మాత్రము సావధానముగా చూచిననేగాని ఆచసంత తక్కువదీప్తితో నున్నది. ఇక లియోరాశిలోని రెగ్యులస్, జెమినెరాశిలోని పోలస్, టారస్ రాశిలోని ఆల్డిబెరా, కేనీస్ మేజర్ రాశిలోని సిరియస్ మున్నగు కొన్ని నక్షత్రములు సర్వవిమండలములోని నక్షత్రములన్నిటికంటెనుకూడ నెక్కువ దీప్తిమంతములై ప్రకాశించుచున్నవి. క్రీ. పూ. 150 సంవత్సరప్రాంతములో హెపేర్కస్ అను ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు వ్యక్తికి కనపడు నక్షత్రముల నన్నిటిని వాని దృశ్యదీప్తుల ననుసరించి ఆరువర్గములుగా విభజించి సిరియస్ నంటి మిగిలి దీప్తిమంతమైన 20 నక్షత్రములను మొదటివర్గముగాను, వ్యక్తికి దృశ్యాదృశ్యమైయున్న అకుంధతీనంటి అల్పదీప్తిగల నక్షత్రములను ఆరవవర్గముగాను గావించి మిగిలిన నక్షత్రములను వానిదీప్తులననుసరించి రెండు, మూడు, నాలుగు, అయిదు వర్గములుగా నేర్పరచెను. గ్రహనక్షత్రమును, సర్వవిమండలములోని ఆల్ఫా, బీటా,

మున్నగు సక్షత్రములును రెండవస్థమునకు చెందినవి. దృశ్య దీప్తి సనుసరించి సక్షత్రములందేర్పరుపబడిన యీస్థములకు దృశ్యపరిమాణములు లేదాపరిమాణములని సాంకేతికనామము. అందుచేత తన వర్గీకరణముగో మొదటిస్థమునకు చెందినసక్షత్రములను ప్రథమపరిమాణసక్షత్రములనియును, రెండవస్థము నకుచెందిన సక్షత్రములను ద్వితీయపరిమాణసక్షత్రము లనియును,.....అట్లే గుతరసక్షత్రములను ఆయన పేర్కొనెను.

హెపర్కస్ శాస్త్రజ్ఞుడు కేవలము వట్టికంటితోనే సక్షత్రముల సనుశీలించి, వానిని వర్గీకరించెను కాబట్టి ఆవర్గీకరణము స్థూలమైనదని వచింపవలెను. కాని ఆధునికవిజ్ఞానాభివృద్ధితో సుగ్రాహ్యమైన శాస్త్రీయపరికరములు హెచ్చుగా వాడుకలోనికి వచ్చుటవలన సక్షత్రములదీప్తిని కచ్చితముగా కొలుచుట సాధ్యమైనది ; ఒకసక్షత్రముయొక్క- దృశ్యదీప్తిని వేరొకసక్షత్రముయొక్క- దృశ్యదీప్తితో పోల్చి, వాని నిష్పత్తిని నిర్ణయించుటకూడ సాధ్యమైనది. పాగ్సన్ అను నాంగ్లేయ ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు హెపర్కస్ వర్గీకరణమునకు చెందిన మొదటిపరిమాణసక్షత్రము అరవపరిమాణసక్షత్రముకంటె నూరురెట్లు ఎక్కువదీప్తిగలదని యేర్పరచుకొని, రెండు పరుస పరిమాణసక్షత్రముల దీప్తులనిష్పత్తి 2.512\* యుండునని నిర్ణయించెను. ఈనిష్పత్తిసనుసరించియే నేడు సక్షత్రముల వర్గీకరణము జరుగుచున్నది. ఈవర్గీకరణమందు ఏక్విలాసక్షత్ర రాశికెచెందిన ఆల్టైర్ సక్షత్రము ప్రథమపరిమాణసక్షత్రమును,



ఉత్తరగ్రహున సత్తము స్వితీయపరిమాణసత్తము సగును ; దృశ్యాదృశ్యముగు అనుంధావం" సత్తత్రములు ఆరవపరిమాణ సత్తత్రము లగును.

హె పేర్క్స్ వర్గీకరణమందు ప్రథమపరిమాణసత్తత్రములుగా పరిగణింపబడిన రమారమి ఇరువది సత్తత్రములతో స్న్నయును సరిగా ప్రథమపరిమాణమునకు చెందినవనియే తెల్పుటకు వీలులేదు. వీనిలో కొన్ని సత్తత్రములు అట్టెర్ సత్తత్రముకంటె ఎక్కువదీప్తికలవిగా గోచరించును ; సిరియస్ వంటి కొన్ని సత్తత్రములు సరాసరి ప్రథమపరిమాణ సత్తత్రము కంటె సమాను రెండుపరిమాణములు ఎక్కువైన దీప్తికలవిగా ప్రత్యక్షమగును. ఇట్లు సరాసరి ప్రథమపరిమాణ సత్తత్రము కంటె ఒకపరిమాణమెక్కువైన దీప్తిగల సత్తత్రమును '0' పరిమాణతారయనియు, రెండుపరిమాణము లెక్కువైన దీప్తిగల సత్తత్రమును -1 పరిమాణతారయనియు, మూడుపరిమాణము లెక్కువైనదీప్తిగలతారను -2 పరిమాణ సత్తత్రమనియు పేర్కొందురు. ఈవర్గీకరణముతో సూర్యుడు -27 వ పరిమాణ సత్తత్రముగా నేర్పడును. విల్బర్ ఫర్వత వేధశాలయందున్న 100 అంగుళముల దూరదర్శినితో చూడగలిగిన మిక్కిలి తక్కువైనదీప్తిగల సత్తత్రపరిమాణము 18.5; ఆదూరదర్శిని సాహాయ్యమున 21 వ పరిమాణసత్తత్రమును ఛాయాచిత్రగ్రహణ ఫలకమున కెక్కువకాలము ప్రదర్శించి ఛాయాచిత్రము తీయవచ్చును. 200 అంగుళములదూరదర్శిని నుపయోగించి ఇంచుమించు 22 వ పరిమాణ సత్తత్రములనుకూడ సవేక్షింప

నచ్చును. అంతకంటె ఎక్కువపరిమాణసక్షత్రములను, అసగా తక్కువైన దీప్తిగలసక్షత్రములను చూడగలుగుటగాని, ఛాయా చిత్ర మొనర్పగలుగుటగాని ప్రస్తుతము సాధ్యముకాను.

సక్షత్రముల దృశ్యదీప్తులననుసరించి వాని పరిమాణముల నేర్పరచుట యెస్కో యంతవరకు చచ్చించితిమి. ఈనిధముగా నేర్పజిన సక్షత్రపరిమాణములను సక్షత్రముల దృశ్య పరిమాణములు లేదా పరిమాణములు అని పేర్కొందు రనికూడ గమనించితిమి. సక్షత్రపరిమాణములను సాధారణముగా నీమానములోనే తెల్పుదురు. కాని యొకతేజోరాశి ఎక్కువ దూరమందున్నప్పుడు కంటె చేరునగానున్నప్పు డెక్కువైన దీప్తికలదిగా గోచరించునని భ్రష్టియందుంచుకొన్నచో సక్షత్రముల దృశ్యదీప్తిగి, వాని యధార్థదీప్తిగి హెచ్చువ్యత్యాసముండునని స్పష్టమగును. దృశ్యదీప్తుల ననుసరించి సక్షత్ర పరిమాణముల నేరీతిగ నేర్పరచినో యారీతిగనే వానియధార్థ దీప్తుల ననుసరించుకూడ వానిపరిమాణముల నేర్పరచిరి. ఈరీతిగ నేర్పజిన సక్షత్రపరిమాణములకు సక్షత్రముల యధార్థపరిమాణములనిపేరు. భూమికి 32.6 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందున్న 0 దృశ్యపరిమాణముగల యొక సక్షత్రముయొక్క యధార్థపరిమాణమును 0 గా శాస్త్రజ్ఞులు పరిగణించిరి.

సక్షత్రముయొక్క యధార్థపరిమాణము దాని ఘనపరిమాణమునుబట్టియును, తాపక్రమమునుబట్టియును ఉండును. ఇక దానిదృశ్యపరిమాణము దానియధార్థపరిమాణమునుబట్టియును, భూమినుండి దానిదూరమునుబట్టియును ఉండును.

అందుచేత ఒక సక్షత్రముయొక్క దృశ్యపరిమాణమును, దాని దూరమును తెలిపినచో, దాని యధార్థపరిమాణమును లెక్కగట్టి కనుగొనవచ్చును.\* ఈరీతిగా లెక్కకట్టుటవలన —26.84 దృశ్యపరిమాణఛార్జున సూక్ష్మ యధార్థపరిమాణము 4.73 మాత్రమేయని వ్యక్తమైనది. మూడవఅనుబంధములో కొన్ని ముఖ్యమైన సక్షత్రముల దృశ్యపరిమాణములను, భూమినుండి వాగ్ దూరములను నొసగబడినవి. వాగ్వలన ఆసక్షత్రముల యధార్థపరిమాణములను గణింపవచ్చును.

పరిమాణమును కనుగొనుపద్ధతులు

సక్షత్రపరిమాణములను నేడెక్కవగా ఛాయాచిత్ర గ్రహణపద్ధతులవలననే కనుగొనుచున్నాము. కాని కంటిలో రెండుసక్షత్రముల దీర్తులను పోల్చి, తన్మూలముగా వాని పరిమాణములను నిర్ణయించుపద్ధతి - చాక్షుషవిధానము - కూడ ఇటీవలవరకు నాచరణలో లేకపోలేదు. ఈపద్ధతయందలి ప్రధాన సూత్రము ప్రమాణపరిమాణసక్షత్రదీప్తితో - ఆసక్షత్రము సహజమైనదికావచ్చును ; లేదా కృత్రిమమైనదికావచ్చును - ఏసక్షత్రపరిమాణమును నిర్ణయింపవలెనో ఆసక్షత్రదీప్తిని పోల్చుట. ఒకసక్షత్రము వేరొకసక్షత్రముకంటె ఎంత ఎక్కువ దీప్తి కలదో కనుగొనుటకంటె ఆరెండుసక్షత్రములదీర్తులు సమా

\* ఒకసక్షత్రముయొక్క దృశ్యపరిమాణము  $m$  ను, భూమినుండి దానిదూరము  $D$  కాంతిసంవత్సరములునుఅయినచో, దాని యధార్థపరిమాణము  $M$ ను,  $M = m + 7.566 - 5 \log D$  అనుసమీకరణ సాహాయ్యమున కనుగొనవచ్చును.

నమూనానున్న నో తేదో తెలిసికొనుట సులభముకాబట్టి అపథ్యత  
యం దేరెండునక్షత్రముల దీప్తులను పోల్చునలసియున్నదో ఆ  
నక్షత్రములలో ఎక్కువదీప్తికలదా? దీప్తి తక్కువదీప్తికల  
దా? దీప్తితో సమానముగా నుండునటుల నొక కృత్రిమవిధాన  
మున తగ్గించి, ఆతగ్గించిన పరిమాణమునుబట్టి ఆనక్షత్రములలో  
దేసరిపరిమాణమును నిర్ణయింపవలసియున్నదో దాని దృశ్య  
దీప్తిని, తక్కువముగా దాని దృశ్యపరిమాణమును నిర్ణయింపవలసి.

ఎట్లయినను పైపద్ధతిననుసరించి నిర్ణయించిన నక్షత్ర  
పరిమాణప్రవిలువలలో కొంతదోషముండుటకనీయము. రెండు  
నక్షత్రముల దీప్తులను పోల్చుటలో అవేక్ష్యపరిణామ కన్నులును  
సమానముగా ప్రసరించునని చెప్పుటకు వీలులేదు. అందుచేత  
వానికంటె ఛాయాచిత్రగ్రహణపద్ధతిని కనుగొనిన నక్షత్రపరి  
మాణములే యెక్కువ కచ్చితమైనవని వేరే చెప్పవక్కరలేదు.

ఏదైన నొకవస్తువు ఛాయాచిత్రమును ఎక్కువతీక్షణ్యమైన  
కాంతిలోను, తక్కువతీక్షణ్యమైన కాంతిలోను కూడ తీసినపుడు,  
ఎక్కువతీక్షణ్యమైన కాంతిలో తీసిన ఛాయాచిత్రము నల్లగను,  
తక్కువతీక్షణ్యమైన కాంతిలో తీసిన ఛాయాచిత్రము వినర్ణముగను  
నుండునని మనకు తెలియును. వస్తువునుండి ప్రత్యక్షముగా  
ప్రసరితమైన కాంతిగాని, పరావర్తనమొందిన కాంతిగాని  
ఛాయాచిత్రఫలకముపై పూయబడిన రసాయనద్రవ్యములందు  
రాసాయనికచర్యను గొనివచ్చుటచేతనే గదా ఛాయాచిత్రఫల  
కముపై చిత్రమేర్పడుచున్నది! కాంతిచే రసాయనచర్యకు  
లోనగు ఛాయాచిత్రఫలకముమీది రాసాయనికద్రవ్యములందలి

యమపులసంఖ్య పతన తేనీ తీక్ష్ణతనుబట్టి యుండును. అందుచేత ఎక్కువతీక్ష్ణమైనకాంతిని ప్రసరించు వెల్లుపుయొక్క ఛాయాచిత్రము నల్లగను, తక్కువ తీక్ష్ణమైనకాంతిని ప్రసరించువల్లుపుయొక్క ఛాయాచిత్రము వివర్ణముగను నుండును. కాన నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములను తీసి, ఆ ఛాయాచిత్రముల తీక్ష్ణతలనుబట్టి నక్షత్రముల తీక్ష్ణతలను, వానిబట్టి వానిపరిమాణములను నిర్ణయింపవచ్చుననుట స్పష్టము. కాని నక్షత్రము లన్నియును ఒకేరంగుగలకాంతిని ప్రసరించుటలేదు. కొన్ని యెక్కువగా నీలికాంతిని, మరికొన్ని యెక్కువగా ఎరుపుకాంతిని, ... ప్రసరించుచున్నవి. నీలికాంతికిరణములకు సుగ్రాహ్యమైన ఛాయాచిత్రఫలకముపై ఎరుపుకాంతి నెక్కువగా ప్రసరించుచున్న నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములను తీసినచో, ఆచిత్రము కడువివర్ణముగనుండి ఆనక్షత్రము తక్కువదీప్తికలతార యను భావమును సృష్టింపజేయును ; కాని కంటితో ఆనక్షత్రమును చూచినపుడుమాత్ర మది యెక్కువదీప్తిగలదిగనే యుండును. ఇక ఆ ఛాయాచిత్రఫలకముపై నీలినక్షత్రచ్ఛాయాచిత్రమును దీసినచో నాచిత్రము మిక్కిలి గాఢముగనుండి, ఆనక్షత్రము కంటికి ఆనునట్టి దానికంటె నెక్కువదీప్తికలదను భ్రమనుకలుగజేయును. కాబట్టి ఛాయాచిత్రమునుబట్టి యొకనక్షత్ర దృశ్య పరిమాణమును నిర్ణయించుటకుగాను కొన్ని సవరణలు చేయుట అవసరము.

కేవలము ఛాయాచిత్రఫలకముమీది చిత్రముయొక్క నలుపుదనమునుబట్టి నిర్ణీతమైన యొకనక్షత్రపరిమాణమునకు

‘సక్షత్రచ్ఛాయాచిత్రపరిమాణము’ అని పేరు. ఇక సక్షత్రచ్ఛాయాచిత్రపరిమాణమునకును, దృశ్యపరిమాణమునకునుగల వ్యత్యాసమును (ఛాయాచిత్రపరిమాణము — దృశ్యపరిమాణము) వర్ణసూచికయని పేర్కొంటును. ఈవర్ణసూచికను నిర్ణయించుటలో సిరియస్ (A. వర్ణము) శ్వేతతారల వర్ణసూచిక ‘0’ యని, అనగా వాని ఛాయాచిత్రపరిమాణములు దృశ్యపరిమాణములకు సమానము. శాస్త్రజ్ఞులేర్పాటుచేసికొనిరి. ఎరువురంగు సక్షత్రముయొక్క ఛాయాచిత్రపరిమాణముకంటె దాని దృశ్యపరిమాణము కి పరిమాణములు తక్కువయైనచో, నాసక్షత్ర వర్ణసూచిక కి అగును. ఇక నీలవర్ణముతో ప్రకాశించుచున్న నొకసక్షత్రముయొక్క ఛాయాచిత్రపరిమాణముకంటె దాని దృశ్యపరిమాణము 0.2 పరిమాణములు ఎక్కువయైనచో, ఆసక్షత్రవర్ణసూచిక — 0.2 అగును.

ఛాయాచిత్రపద్ధతిని సక్షత్రపరిమాణములను నిర్ణయించుటలో పైని పేర్కొనిన యిబ్బండియున్నను, కన్ను ఏరంగుకాంతికిరణములను ఎంతెంతమొత్తముతో గ్రహించగలదో ఆరంగుకాంతికిరణములకే సుగ్రాహ్యమైన ఛాయాచిత్రఫలకములను తయారుచేసి, ఛాయాచిత్రములను తీయునట్టి విధానమునకూడ కొన్ని మాచ్చులను గావించి యిటీవల నీపద్ధతిని బాగుగా పెంపొందించుటచే, ఈపద్ధతిననుసరించి తీసినఛాయాచిత్రముల యనుశీలనమునలననే సక్షత్రపరిమాణములను పోల్చుటకుకూడ సాధ్యమగుచున్నది. ఈపద్ధతిలో సక్షత్రముల ఛాయాచిత్రముల సనేకవిధములుగాతీయుదురు. వానిలో మిగుల సూక్ష్మమైన రెండుపద్ధతులనుమాత్రమే యిట వివరింతుము.

**మొదటి పద్ధతి :** ఈ పద్ధతియందు కెమేరా (ఛాయా చిత్రగ్రహణ పరికరము) ను బాగాగా 'ఫోకస్' చేసి ఏనక్షత్రముల దీప్తిని పోల్చునలసియున్నచో ఆనక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములను తీయుదురు. అప్పుడు ఎక్కువదీప్తికల నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములు పెద్దవిగను, తక్కువదీప్తికల నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములు చిన్నవిగను ఛాయాచిత్రఫలకముపై నేర్పడును. ఛాయాచిత్రపదార్థసకాలము సమానముగనున్నచో వేర్వేరునక్షత్రముల దీప్తులకును, వానిఛాయాచిత్రముల వైశాల్యములకును అవినాభావసంబంధముండును. కాబట్టి ఆరీతిగా వాని వైశాల్యములనుబట్టి వాగ్దీప్తులను పోల్చునచ్చును.

**రెండవ పద్ధతి :** ఈ పద్ధతియందు కెమేరాను 'అప్రట్ ఆఫ్ ఫోకస్' చేసి నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములను తీయుదురు. అప్పుడున్ని నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములునుగూడ సమాన వైశాల్యములుగల వృత్తములుగనే యుండునుగాని వాని తీక్షణతలలో మాత్రము వ్యత్యాసముండును. ఈతీక్షణతల వ్యత్యాసములను కొలిచి, వాగ్దీప్తులను ప్రమాణనక్షత్రదీప్తితోపోల్చి, ఆనక్షత్రముల పరిమాణములను నిర్ణయింపవచ్చును.

పైరెండుపద్ధతులయందునుకూడ ఏనక్షత్రపరిమాణమును నిర్ణయింపవలెనో అనక్షత్రఛాయాచిత్రమును ప్రమాణనక్షత్రఛాయాచిత్రమును నొకేఛాయాచిత్రఫలకముపై ఒకదానిప్రక్కను మరియొకదానిని తీసి, ఆరెండింటిని పోల్చి, ఆనక్షత్రపరిమాణమును నిర్ణయింపుదు. ఇక సాధారణముగా సంవత్సరమం దన్ని సమయములందును గోచరమగునట్టియు,

ఆకాశములో ఇంచుమించు ఒకేయైస్తున నెల్లప్పుడు నుండునట్టియు సక్షత్రములను ప్రమాణసక్షత్రములుగా నెన్నుకొందురు. అంతే గాక సామాన్యముగా నొకసక్షత్రమును ఇంచుమించు దానితో సమానపరిమాణముగల ప్రమాణసక్షత్రము కోనే నోల్పుదురు. అందుచేత వేర్వేరు పరిమాణములుగల ప్రమాణసక్షత్రములనేకములు కావలసియున్నవి. ఇందులకై ఉత్తరార్ధవమునకు 2° లోపుననున్న 96 సక్షత్రములను విల్క్సాపర్వతవేధశాలవారి నెన్నుకొనిరి.

## దూరము

సక్షత్రముల దృశ్యపరిమాణములు వానియధార్థపరిమాణములనుబట్టియును, భూమినుండి వానిదూరములనుబట్టియును ఉండునని గ్రహించితిమి. భూమికి సక్షత్రములకునుగల దూరములు కొన్ని కోలులమైళ్ళుండును. భూమికి మిక్కిలిచేరువగనున్న సక్షత్రము సూర్యుడు. భూసూర్యుల నడిమిదూరము రమారమి 9,30,05,000 మైళ్ళు. సూర్యునితరువాత భూమికిదగ్గరగానున్న సక్షత్రము ప్రోక్సిమా సెంటారీ. భూమినుండి దానిదూరము సుమారు 25,00,000,00,00,000 మైళ్ళు. సక్షత్రములందెల్ల ఎక్కువకాంతిగల సిరియస్ సక్షత్రము భూమికి రమారమి 51,00,000,00,00,000 మైళ్ళదూరముననున్నది. సూర్యునకును భూమికిని గలదూరము తొమ్మిదికోట్ల ముప్పదిలక్షల అయిదువేలమైళ్ళు వ్రాయుటయును, చదువుటయును అంత కష్టముగాదు. కాని ప్రోక్సిమా సెంటారీ సక్షత్రము భూమికి ఇరువదిమైలులక్షలకోట్ల మైళ్ళదూరముననున్నదనినచో, ఆ



యింకెను వ్రాయుటయును, ఉచిత్రులయునుకూడ కొంచెము కష్టమే. అందుచేత చాలదూరమందున్న సభోమూర్తుల దూరములను తెలిబుచ్చుటకై మైశ్శకంతు పెద్దదైన ఏకాంకము నేర్పరచుకొని సచో నుపయుక్తముగా నుండును. అందులకై కాంతిసంవత్సరము, పేర్ సెక్ అనురంజన ఏకాంకములను శాస్త్రజ్ఞులు ప్రవేశపెట్టిరి. అవిరంజనుకూడ మిక్కిలి హెచ్చు పరిమాణముగలవే.

కాంతికిరణ మొకసంవత్సరకాలములో నెంతదూరము ప్రయాణముచేయునో దానికి కాంతిసంవత్సర మనిపేరు. ఈ ఏకాంకము  $1,86,000 \times 60 \times 60 \times 24 \times 365$  అనగా సుమారు  $6,00,000,00,00,000$  మైశ్శకం సమానము. ఈ ఏకాంకములలో చెప్పినట్లును ప్రోక్సిమా సెంటానీ భూమికి 4.3 కాంతి సంవత్సరములదూరములోను, సిరియస్ నక్షత్రము 8.7 కాంతిసంవత్సరముల దూరములోను నుండును.

పేర్ సెక్ ఏకాంకపు విలువ కాంతిసంవత్సర పరిమాణముకంటెనుకూడ హెచ్చు. ఒక పేర్ సెక్ 31.26 కాంతి సంవత్సరములకు సమానము. నక్షత్రములదూరములను వాని లంబసమునుబట్టి గణించుదురు. భూమినుండి చూచినపుడొక నక్షత్రముయొక్క లంబసము 'p' సెకనులయినచో ఆనక్షత్ర దూరము  $1/p$  పేర్ సెక్ లగును.

పై రంజన ఏకాంకములలోనుగాక ఒక్కొక్కరూ భూసూర్యుల మధ్యదూరము నొక యేకాంకముగా నేర్పరచుకొని ఆయేకాంకములోగూడ నక్షత్రముల దూరములను వ్యక్తపరచుచుండును.

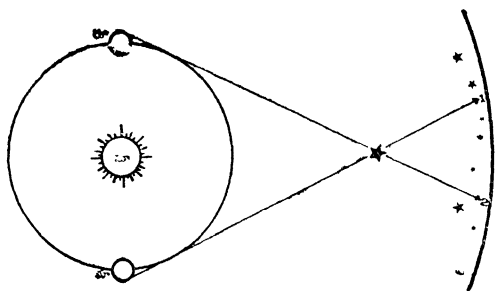
సత్యత్రముల దూరములను వానియందును నుభయ సాధారణముగా కనుగొనవలసి పైని పేర్కొనియున్నది. ఇక లంబనమననేమో భూమిగూర్చిన ప్రకరణములో వివరించితిమి. ఎనుకొగోడమీద నిట్టనిలవుగా నొకగీతను గీయుము. కుడిచేతితో పెన్నిలునొకదానిని పట్టుకొని, ఎడమకంఠినిమూసి, కుడికంటితో చూచినపుడు కుడికన్న, పెన్నిలు, గోడమీది గీతకూడ ఒకేరేఖయందండునట్లుగా పెన్నిలును పట్టుకొన్న చేతిని జరుపుము. విమ్మట ఆచేతి నట్లే కమపడండ నుంచి, కుడికంటినిమూసి ఎడమకంఠిలో పెన్నిలును చూచినచో, గోడమీది గీత ననుసరించి, పెన్నిలు కుడ్డినైవునకు ఒరి నట్లు కనపడను. ఇటు రెండుకన్నలును రెండవేక్షణస్థానములు. అవేక్షణస్థానమునందు వచ్చిన మాపునలన అవేక్షకవస్తువును పెన్నిలుస్థానములో దాని వెనుకభాగమందున్న గీతననుసరించి వచ్చిన స్థితివ్యక్తమైన మాపునే లంబనము అని పేర్కొనియున్నది. కంటికి దగ్గరగా పెన్నిలును తీసికొనివచ్చి, పైవిధముగనే ప్రయోగమునొనర్చినచో పెన్నిలు ప్రక్కకు జరిగిన స్థితిపడు దూర మధికమగును. రెండు అవేక్షణస్థానముల మధ్యదూరము నకు పాదరేఖ యనిపేరు. దీనినిబట్టి పాద రేఖ పొడువు అధికమైనకొలదియు లంబన మధికమగుననియును, అవేక్షణస్థానములనుండి అవేక్షితవస్తువుల దూరము తగ్గినకొలదియును కూడ లంబన మధికమగుననియును మనకు వ్యక్తమగును. ఈరీతిగా లంబనమునకును అవేక్షణస్థానములనుండి అవేక్షితవస్తుదూరము నకును, పాదరేఖపొడువునకును సంబంధముండుటచే, ఆఫలితము

సుపయోగించుకొని సక్షత్రదూరముల సరియుట కనకాశ మున్నది. లంబనము సుపయోగించుకొని సభోమూర్తుల దూర ములను కనుగొను పద్ధతికి 'లంబనపద్ధతి' లేదా 'ట్రయాంగ్యు లేషన్' పద్ధతి యగుచేటు.

లంబనపద్ధతినిబట్టి భూమికిచేతువగానున్న చంద్రుడునుండి సభోమూర్తులదూరమును కనుగొనవలెనున్నచో భూమిమీద ఒకే రేఖాంశములో సుమారు 90 అంశలదూరమందున్న రెండు అవేక్షణస్థానములనుండి ఆసభోమూర్తి లంబనమును కొలిచి, దానినిబట్టి ఆమూర్తిదూరమును గణించును. కాని సక్షత్ర ములు భూమికి చాలదప్పున నుండుటచేత ఆయవేక్షణస్థానముల నుండియే సక్షత్రముల సవేక్షించినచో వానిస్థానములలో మాన్యమియు నుండదు. అందుచేత సక్షత్రములవిషయములో ఎక్కువపొగుపుగల పాదరేఖ కావలసియున్నది. అందుకుగాను భూకక్ష్యనే పాదరేఖగా సుపయోగించుకొని ఒకేఅవేక్షణశాల నుండి సరిగా ఆయనెలల కాలవ్యవధిలో సక్షత్రముల దిశలను కొలిచి, వాని లంబనమును కనుగొందును. ఈరీతిగా భూకక్ష్య సుపయోగించుకొనుటవలన పాదరేఖ నిడివి రమారమి 18,60,00,000 మైళ్ళు ఉండును. ఇంతకంటె ఎక్కువపొగుపు గల పాదరేఖను మనము పడయలేము.

18,60,00,000 మైళ్ళ నిడివిగల పాదరేఖ చివరలనుండి సక్షత్రముల సవేక్షించినను వానిస్థానములో నెక్కువమార్పు రాదు; అత్యల్పమైన లంబనమును మాత్రమే అవి ప్రదర్శించును. 1 సెకను లంబనమును కలిగి యున్న సక్షత్రములుకూడ నేమియులేవు. అందుచేత సక్షత్రముల లంబనమును కొలు

చుటకై మిక్కిలి సుగ్రాహ్యమైనపరికరము లనవలయు. ఇటీవల వరకును అట్టి సుగ్రాహ్యమైనపరికరముల ద్వారమున కంఠమున నవేక్షించి నక్షత్రముల లంబనమును కనుగొనుచుండెడివారు గాని ప్రస్తుతము ఛాయాచిత్రగ్రహణస్థితియొక్కవగా వాసుక యందున్నది. ఈస్థితియందు కొన్ని నెలల కాలవ్యవధిలో— తరచుగా ఆరునెలల కాలవ్యవధిలో— నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములనుతీసి, ఒకప్రత్యేకరకపు సూక్ష్మదర్శినితో వాని ననుశీలించుదు. ఆయనుశీలనమునందు చాలనక్షత్రముల సాపేక్ష స్థానములలో నెట్టిమార్పును గోచరముకాదుగాని మిక్కిలి



38 వ చిత్రము

ఒక అవేక్షణస్థానమునుండి చూచినపుడు భూమికి దూరముగానున్న నక్షత్రములనుబట్టి ద్వంద్వగానున్న యొకనక్షత్రముమొదట 1 అను తావునను, ఆరునెలల తరువాత 2 అను తావునను ఆ కాళములో కనిపించును. దూరముగా నున్న నక్షత్రమునుబట్టి ద్వంద్వగానున్న నక్షత్రస్థానములలో వచ్చినట్లు కనపడిన యీ మార్పునకే లంబనము అని పేరు.

తక్కువసంఖ్యగల నక్షత్రముల స్థానములలో అత్యల్పమైన మార్పు వ్యక్తమగును. స్థానమునందు మార్పులేని నక్షత్రము

లనుబట్టి స్థానభ్రంశము నొందిన స్త్రీగృహమున్న నక్షత్రముల స్థానభ్రంశపరిమాణమును కొలిచి, దాని లంబనమును గణించిరి. లంబన, పాదదేఖల పరిమాణములు తెలిసినచో నక్షత్రముల దూరములను గణించి, కనుగొనవచ్చును.

లంబనస్థాని నక్షత్రములదూరములను కనుగొనుట చాలాసూక్ష్మకర్మమైన విషయము. 5, 6 స్థాన కొలతలను తీసికొనుటకు సరిగ్గా యొకనక్షత్రలంబనమును సరిగా నిర్ణయింపలేము. ఒక కొలతలను మరియొకకొలతలను ఇంచుమించు ఆనవలనవ్యవధి అవసరముకాబట్టి ఈ 5, 6 కొలతలను తీసికొనుటకు ఇంచుమించు 2, 3 సంవత్సరములు పట్టును. 1947 వ సంవత్సరమునకు రమారమి 5,000 నక్షత్రములదూరములను లంబనపద్ధతిని శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ణయించిరి. మరికొన్ని నక్షత్రముల దూరములనుకూడా నీపద్ధతిని కనుగొనుటకు వీలులేకపోలేదు. ఈ 5,000 నక్షత్రములలోను 633 నక్షత్రములు భూనికి 65 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందాన్నవి.

**ఘ న ప రి మాణ ము లు**

నక్షత్రముల యథార్థపరిమాణములు నక్షత్రముల ఘన పరిమాణములనుబట్టియును, వాని తాపక్రమములనుబట్టియునుండునని గ్రహించితిమి. నక్షత్రము లన్నింటి యథార్థపరిమాణములు సమానముగా లేవనిగూడ తెలిసికొంటిమి. అందుచేత సూర్యునికంటె అధికదీప్తిమంతములైన నక్షత్రముల ఘన పరిమాణములు సూర్యునితోఘనపరిమాణముకంటె పెక్కుమంది నున్నవాయని ప్రశ్న ముదలించును.

నక్షత్రములవ్యాసములను రెండువిధములుగా కనుగొనవచ్చును. (1) ప్రత్యక్షవిధానము ; (2) పరోక్షవిధానము. ప్రత్యక్షవిధానము : హెచ్చుఅధికీకరణసామర్థ్యముగల దూరదర్శినితో నొకగ్రహమును గాని సూర్యుని గాని యవేక్షించి నవో అపి బింబరూపమున నగపడును. ఆబింబముల కోణీయ వ్యాసములను సులువుగా కనుగొనవచ్చును. కాని ఎంత హెచ్చు అధికీకరణసామర్థ్యముగల దూరదర్శినితో చూచిననుకూడ నక్షత్రములు చుక్కలుగనే గోచరించును. అందుచేత దూరదర్శినితో నవేక్షించి నక్షత్రముల కోణీయవ్యాసములను కనుగొనుట సాధ్యముగాదు. అందులకై యెక్కువగా నుపయోగపడునది ఇంటర్ ఫెరోమీటర్ అను పరికరము. ఈపరికరముతో నైనను కొంతపెద్దనక్షత్రముల వ్యాసములను మాత్రమే కొలుచుట కవకాశమున్నది. ఇంతవరకు సీపరికరముతో 12 నక్షత్రముల కోణీయవ్యాసములను శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. భూమినుండి ఆనక్షత్రముల దూరములు తెలిసినవో వాని ద్వైర్యవ్యాసములను లెక్కగట్టి కనుగొనవచ్చును. ఈలెక్కలవలన సీనక్షత్రముల వ్యాసములు సూర్యుని వ్యాసమునకు 12 నుండి 450 రెట్లవరకు నున్నవని తెల్లవైనది.

ఇంటర్ ఫెరోమీటర్ తో ఇంతవరకును కొలిచిన నక్షత్రములన్నియు చాలపెద్దవి. వీనిలో మిక్కిలి చిన్నదనుకొన్నది కూడ సూర్యునికంటె కొన్ని రెట్లు పెద్దదే. కాని నక్షత్రములలో చాల చిన్నవికూడ అనేకము లున్నవి. వానిలో గ్రాహివృద్ధిక్షయతారల వ్యాసములను వాని దీప్తిని సూచించురేఖలనుబట్టి

కనుగొందురు. ఈరీతిగా నరసినశలితములనుబట్టి సాధారణ ముగా నీనక్షత్రముల వ్యాసములు సూర్యునివ్యాసములో  $\frac{1}{3}$  వంతు ఉండునని విశదమైనది.

పరోక్షవిధానము : పైని పేర్కొన నక్షత్రవిధాన ముచే వ్యాసములను కనుగొనిన నక్షత్రములసంఖ్య చాల తక్కువ. నక్షత్రములలో పెక్కింటి వ్యాసములను పరోక్షవిధానములచేతనే కనుగొనినారు. ఒకనక్షత్రముయొక్క దృశ్యదీప్తి భూమిసంధి దాదూరమునుబట్టియును, దాని ఘనపరిమాణ తాపక్రమములనుబట్టియు నుండునను అంశముపై సాధారణపడి పైవిధానమున్నది. నక్షత్రతాపక్రమమును దానివర్ణమాలా సాహాయ్యమునను, దాని దూరమును లంబనమును బట్టియును, దానిదృశ్యదీప్తిని ఛాయాచిత్రగ్రహణపక్షానివలనను కనుగొన నచ్చును కదా ! ఈరీతిగా నక్షత్రతాపక్రమమును, దూరమును దృశ్యదీప్తిని తెలిసికొనినవిమ్మట లెక్కగట్టి దానివ్యాసమును బడచునచ్చును.

ఈవిధముగా గావించిన సాశోధనలవలన నక్షత్రములలో సాధికసంఖ్యాకములు ఇంచుమించు సూర్యునివ్యాసమంత వ్యాసమునే కలిగియున్నవని న్యక్తమైనది. కాని సూర్యునికంటె పెక్కు రెట్లు పెద్దవి, పలుమడుగులు చిన్నవికూడ నక్షత్రములలో కొన్ని లేకపోలేదు. ఫాకూమా నెన్సునక్షత్రవ్యాసము సూర్యుని వ్యాసములో  $\frac{9}{1000}$  వ వంతు మాత్రమే యున్నది. ఆనక్షత్రమించుమించు భూగోళమంత యుండును. ఇంతవరకు నవే క్రితమైన నక్షత్రములలో అదియే మిక్కిలి చిన్నది. ఇక

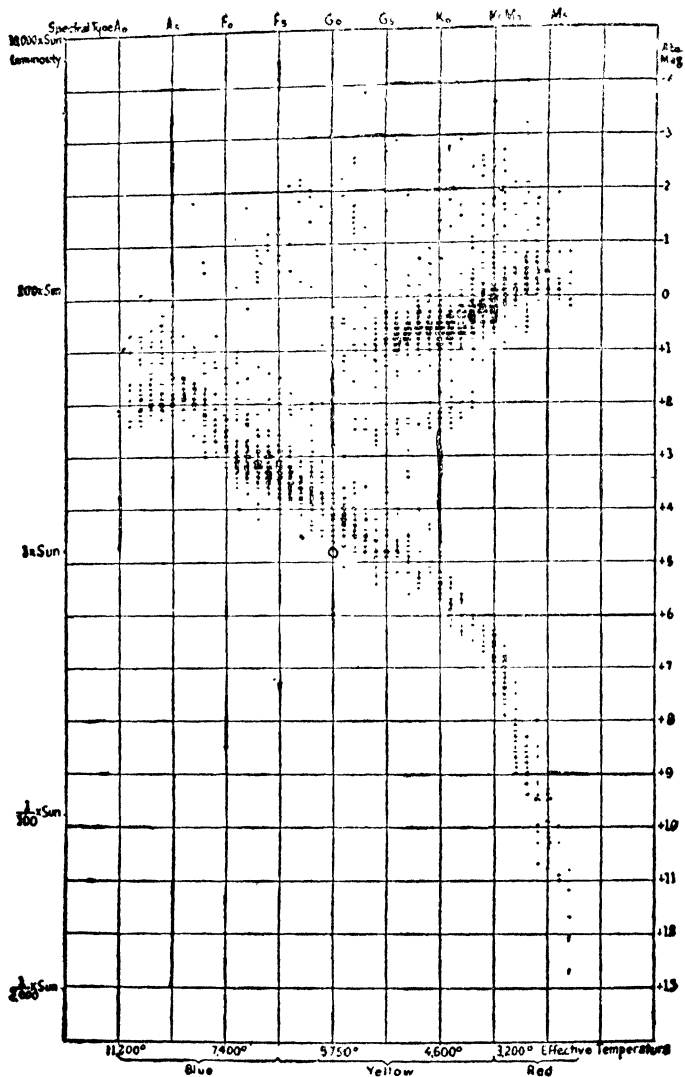
బీటల్ గాజ్, ఆంటారెస్ వంటి కొన్ని సక్షత్రములు సూర్యుని కంటే కొన్ని వేల రెట్లు పెద్దవి. సూర్యుని వ్యాసమునకు బీటల్ గాజ్ సక్షత్రవ్యాసము 300 రెట్లును, ఆంటారెస్ సక్షత్రవ్యాసము 478 రెట్లును నున్నవి.

## సక్షత్రవర్గములు

సక్షత్రముల లక్షణములు వాని వర్ణమాలలవలన వ్యక్తమగును కదా ! సక్షత్రముల వర్ణమాలావర్ణములకును, వాని తాపక్రమములకును నెట్టి సన్నిహితసంబంధమున్నదో వెనుకటి ప్రకరణములలో వివరించియుంటిమి. ఇరువదియవ శతాబ్ది ప్రారంభదశాబ్దములలో హెట్జ్ సప్రంగు, రస్సెల్ అను శాస్త్రజ్ఞులు సక్షత్రములవర్ణమాలావర్ణములకును, సక్షత్రముల యథార్థదీప్తులకును గల సంబంధము సరయుటకై ప్రయత్నించి ఒక విచిత్రవిషయమును కనుగొనిరి. దానిని గూర్చి తెలిసి కొనుటకు ప్రయత్నింతము.

సక్షత్రములవర్ణమాలావర్ణమును  $x$ - అక్షముపైను, వాని యథార్థదీప్తి పరిమాణమును  $y$ - అక్షముమీదను ఏర్పరచి, వర్ణమాలావర్ణమును, యథార్థదీప్తి పరిమాణమునుబట్టి యొక్కొక్క సక్షత్రము నొక్కొక్క చిందువుచేత నిరూపించినచో, 39 వ చిత్రములో చూపినమాదిరి చిత్రమేర్పడును. ఇట్టిదానికి రస్సెల్ చిత్రమని పేరు. రస్సెల్ చిత్రానుశీలనము వలన మనకు వ్యక్తమగు ముఖ్యవిషయము  $B$  వర్ణమునుండి  $M$  వర్ణసక్షత్రములను చేరుకొనుసరికి సాధారణముగా వాని యథార్థదీప్తి క్రమముగా క్షీణించుట. సక్షత్రములలో సధిక





39 వ చిత్రము — రస్సెల్ చిత్రము

సంఖ్యాకము లేనిదముగా నుండునవియే కాని K వర్గమునకు (నారంగవర్ణ సక్షత్రములు) చెందిన సక్షత్రములు కొన్నియును, M వర్గమునకు చెందిన సక్షత్రములు కొన్నియును ఈస్థితినినుండి రించుటలేదు. ఈస్థితిప్రకారముండవలసిన దానికంటె సుమారు 100 రెట్లు ఎక్కువదీప్తితో అవి వెలుగొందుచున్నవి. ఇక B, A తరగతులకు చెందిన కొన్నిసక్షత్రములు మాత్రము, పైపద్ధతి ననుసరించియుండవలసిన దానికంటె చాలతక్కువ యధార్థదీప్తి మాత్రమే కలిగియున్నవి.

B వర్గమునుండి M వర్గమునకు పోయినకొలదియు సక్షత్రముల యధార్థదీప్తి క్షీణించుటలో విచిత్రమేమియును లేదు. అది సహజమే. సక్షత్రము లన్నియును ఇంచుమించు సమాన ఘనపరిమాణములనే కలిగియున్నచో అల్పతాపక్రమములను కలిగిన సక్షత్రములు తక్కువ యధార్థదీప్తినే కలిగియుండును. కాని M వర్గసక్షత్రములు ఎక్కువతాపక్రమమును కలిగియుండుకపోయినను వానిలో కొన్నింటి యధార్థదీప్తులు అత్యధికమై యుండుటవలన వాని ఘనపరిమాణములు చాల హెచ్చయియును, B వర్గమునకు చెందిన సక్షత్రముల తాపక్రమము అధికమేమైనను వానిలో చాలతక్కువసంఖ్యగల సక్షత్రముల యధార్థదీప్తులు అత్యల్పముగాన అవి అత్యల్పఘనపరిమాణములను కలిగియున్నవనియును మనము భావించవచ్చును. సక్షత్రముల వ్యాసములను ప్రత్యక్షముగా కొలుచుటవలనకూడ వాని ఘనపరిమాణములలో వ్యత్యాసము లున్నవని వ్యక్తమైనది. కాబట్టి పైరీజిగా అరసిన ఫలితము తప్పుకాదని వ్యక్తమగును.

అందుచేత ఇంచుమించు సరాసరి ఘనపరిమాణమును కలిగి యుండి, B వర్ణమాలావర్ణమునుండి M వర్ణమాలావర్ణమునకు పోవుసరికి క్షీణించుచున్న యథాదీప్తి కలిగిన నక్షత్రముల సంఖ్య చాల హెచ్చనియును, K, M వర్ణమాలావర్ణముల నక్షత్రములలో కొన్ని అధికఘనపరిమాణయుతములై అధిక దీప్తి కలిగియున్నవనియును, B వర్ణమాలావర్ణమునకు చెందిన నక్షత్రములలో అల్పదీప్తిమంతములై అల్పఘనపరిమాణములను కలిగియున్నవి కొద్దిగానున్నవనియును మనకు స్పష్టమగును. ఈమూడు తరగతులకును చెందిన నక్షత్రములలో సరాసరి ఘనపరిమాణమును కలిగియున్న నక్షత్రములకు ప్రధానశ్రేణి తారలనిపేరు. మిగిలిన రెండుతరగతులలోను K, M వర్ణ మాలావర్ణములకు చెంది ఎక్కువ ఘనపరిమాణమును కలిగి యున్నవానిని బృహత్తారలనియును, తక్కువ ఘనపరిమాణ మును కలిగిన B వర్ణమాలావర్ణ నక్షత్రములను శ్వేతవామన తారలనియును పేర్కొందురు. బృహత్తారలకంటె అధిక దీప్తి మంతములను, అధిక ఘనపరిమాణయుతములను సగు నక్షత్ర ములు కొన్నియున్నవి. వానికి మహాబృహత్తారలని పేరు.

నక్షత్రములను వామనతారలు, బృహత్తారలు అని మొదట వర్గీకరించుట వానిఘనపరిమాణములనుబట్టి జరుగలేదు. 1905 లో హెర్బుస్పింగ్ శాస్త్రజ్ఞుడు ఎరువురంగు తారల విషయమై గావించిన యనుశీలనమునందు ఎక్కువ దీప్తికలవి, తక్కువదీప్తికలవి మాత్రమేగాని నడిమివిలువనుకలిగియున్నవి తారలోలేవని వ్యక్తమైనది. కాబట్టి ఎక్కువదీప్తికల తారలను

బృహత్తారలనియును, తక్కువదీప్తికల తారలను వామన తారలనియును ఆయన పేర్కొనెను. ఈరీతిగా తారలదీప్తినిబట్టి గావించిన విభజన కనుగుణముగనే వాని ఘనపరిమాణములు కూడ నున్నట్లు పిమ్మట వ్యక్తమైనది.

శ్వేతవామనతారలు : ఇంతవరకును శాస్త్రజ్ఞులు పరిశీలించిన నక్షత్రములలో శ్వేతవామనతారలసంఖ్య చాల తక్కువ. వీనిలో ముఖ్యముగా పేర్కొనవలసినది ఫాన్ మా నెస్ నక్షత్రము. దీనివ్యాసము ఇంచుమించు భూవ్యాసమంత యుండును. సిరియస్ నకు సహచరనక్షత్రమైన సిరియస్ B యును, ఎరిడానీ B యును మరిరెండు ముఖ్యమైన శ్వేతవామనతారలు. సిరియస్ B నక్షత్ర ఘనపరిమాణము భూఘన పరిమాణమునకు కొద్దిగా హెచ్చుగానుండిన నుండవచ్చును గాని దాని ద్రవ్యరాశిమాత్రము భూద్రవ్యరాశికి రమారమి 3,00,000 రెట్లున్నది. దీనినిబట్టి శ్వేతవామనతారల ఘనపరిమాణములు అత్యల్పములేమైనను వాని సాంద్రతలుమాత్రము అత్యధికములని మనకు వ్యక్తమగును. ఈతారల యుపరితల తాపక్రమమకూడ హెచ్చుగనేయుండును. అందుననే యవి తెల్లనికాంతిలో ప్రకాశింపగలుగుచున్నవి. శ్వేతవామనతారల ఘనపరిమాణములు తక్కువగుటవలన వానిదీప్తి మిక్కిలి తక్కువగనుండును. అందుచే వాని నవేక్షించుట కడుదుర్లభము. శ్వేతవామనతారలలో మొదట నవేక్షితమైనది సిరియస్ B. అది 1915 లో కనుగొనబడినది. ఆతరువాత ఏడుసంవత్సరములకుగాని మరియొక శ్వేతవామనతార కనుగొనబడలేదు.

శ్వేతవామనతారలను కనుగొనుటకై 1927 వ సంవత్సరము నుండియు నొక క్రొత్తపద్ధతిని శాస్త్రజ్ఞులనుసరించుచున్నారు. తత్ఫలితముగా రమారమి 20 సంవత్సరముల కాలములో సుమారు 80 శ్వేతవామనతారలను వారు కనుగొనగలిగిరి.

బృహత్తారాలు : నక్షత్రముల వర్ణమాలావర్ణములకును వాని యధాస్థితిలకును గల సంబంధమును నిరూపించు చిత్రముతో ప్రధానశ్రేణితారల కొకకైపున మూలతో శ్వేతవామనతారలును, వానికెరుకగునున్న మూలతో బృహత్తారాలును నుండును. అందుచేత బృహత్తారాలక్షణములు శ్వేతవామనతారలక్షణములకు పూర్తిగా వివిధముగానుండునని చెప్పవచ్చును. బృహత్తారాలు అత్యల్పమైన సాంద్రతగలవి; కాని వాని ఘనపరిమాణములు చాలపెంచుచు. ప్రధానశ్రేణితారల ఘనపరిమాణములకంటెను కూడ వీని ఘనపరిమాణము లధికమే. కొన్ని వేలసూర్యులను చేర్చినచో ఇంకొకటి తార యొకటి యేర్పడును. ఈతారల యుపరితలతాపక్రమములు శ్వేతవామనతారల యుపరితలతాపక్రమములకంటెను, ప్రధానశ్రేణితారల యుపరితలతాపక్రమములకంటెను కూడ చాల తక్కువ. అందువలన వీని యుపరితలములందు ప్రతి చతురపు సెంటీమీటరు భాగమునుండియు ప్రసరితమగుకాంతి చాల తక్కువగనుండును. వీని యుపరితలతాపక్రమములు తక్కువగుటవలన నివి ప్రసరించుకాంతి సాధారణముగా ఎరుపురంగుగా నుండును. అందుచేతనే వీనికి బృహదాకాశతారలను నామ మేర్పడినది. బీటల్ గాజ్, ఆంటారెస్, ఒమిక్రాన్ సిటి

మున్నగునవి యీతరగతి తారల భూదాహరణములు. సూర్య గోళభ్రమపరిమాణమునకు బీటల్ గాజ్ సక్షత్రభ్రమపరిమాణము సుమారు 200 లక్షలచెల్లును, ఆంటారెస్ సక్షత్రభ్రమపరిమాణము 1100 లక్షలచెల్లును నుండును.

ప్రధానశ్రేణితారలు : సక్షత్రములతో నూర్చికి 80 వాళ్ళీచగ్గమునకు చెందినవి. వీటి భ్రమపరిమాణములు శ్వేతవామనతారల భ్రమపరిమాణములంత తక్కువయునుగాక, బృహదాదుతారల భ్రమపరిమాణములంత యెక్కువయునుగాక సామాన్యముగా నూర్చు భ్రమపరిమాణమంత పరిమాణమును గలిగియుండును. ఈతారల ద్రవ్యరాసులతోను, ఉపరితల తాపక్రమములతోను కొన్ని వ్యత్యాసములున్నవి. ఈవ్యత్యాసములనుబట్టియే వాని వర్ణమాలావర్ణములతోను, అవి ప్రసరించుకాంతిలవర్ణములతోను తేడాలుకలుగుచున్నవి. నీలికాంతితో తేజరిల్లు సక్షత్రములనుండి శోణవర్ణముతో ప్రకాశించు సక్షత్రములవరుసను వీరియందున్నవి. ఈవర్ణమునకు చెందిన తారలతో ఎక్కువసాంద్రమైనవి నీలితారలు ; తక్కువసాంద్రమైనవి ఎరుపుతారలు.

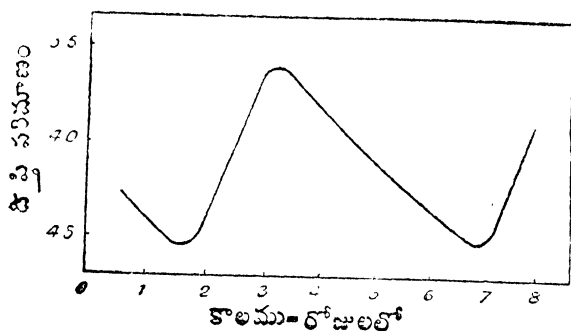
వృద్ధిక్షయతారలు

సక్షత్రముల సనుశీలించినయెడల సాధారణముగా నవి యన్నియు హెచ్చుతగ్గులులేని దీప్తితో ప్రకాశించుచున్నట్లు గోచరించును. కాని కొన్ని సక్షత్రముల దీప్తులు మాత్రము ఎల్లప్పుడును సమానముగానుండక, ఏర్పాయముగా హెచ్చుచు తగ్గుచు నుండును. ఇట్టి సక్షత్రములకు వృద్ధిక్షయతార లని

పేస. వృద్ధిక్షయతారల దీప్తులలో నచ్చుమాపులు అన్నిటి యందును సమానముగా నుండవు. కొన్నింటిలో నీ మాపులు లేవు. చ. తప్పకుండ ఒక నియమము ననుసరించి జరుగును ; మఱికొన్నింటిలో నామాపు పూర్తిగా క్రమరహితము. ఇక కొన్ని నక్షత్రములు అత్యల్పదీప్తిమంతములై యున్నవి యొక్క సారిగా అధికదీప్తిని పొంది, ఆదీప్తితో కొంతకాలము తేజరిల్లి, పిమ్మట ఆదీప్తిని గోల్పోయి మరుగుబడిపోవును. ఈరీతిగా వృద్ధిక్షయతారలదీప్తులందు సంభవించునట్టి మాపులనుబట్టి హార్వర్డు విశ్వవిద్యాలయాచార్యుడగు డాక్టరు పిక్కర్ల వానిని 5 తరగతులుగా విభజించెను. (1) సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలు, (2) దీర్ఘవ్యవధి వృద్ధిక్షయతారలు, (3) గ్రాహివృద్ధిక్షయ తారలు, (4) క్రమరహిత వృద్ధిక్షయతారలు, (5) నూతనతారలు అని ఆతరగతులకు పేర్లు. వీనిలో సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలును, దీర్ఘవ్యవధివృద్ధిక్షయతారలును, గ్రాహివృద్ధిక్షయతారలును నియత క్రమములో వృద్ధిక్షయములనుపొందు తారలు. అందుచే వీనిని ఆవృత్తి వృద్ధిక్షయతారలని పేర్కొందురు. క్రమరహిత వృద్ధిక్షయతారలును, నూతనతారలును నియమరహితముగా వృద్ధిక్షయమును పొందును. తన్మూలమున వీనికి ఆవృత్తరహితవృద్ధిక్షయతారలను నామ మేర్పడినది.

సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలు : సిఫియస్ నక్షత్రరాశిలోని డెల్టానక్షత్రమొక విలక్షణమైన వృద్ధిక్షయతార. దీని ముఖ్య లక్షణము రమారమి 24 గంటల కాలములో గరిష్ఠదీప్తినిపొంది, ఆ తరువాత సుమారు 4 దినములకాలములో క్రమముగా కనిష్ఠ

దీప్తిని బహుముఖముగా; అనగా దానిదీప్తి వేగముగావృద్ధిచెంది నెమ్మదిగా క్షీణించును. ఈరీతిగా రెండువిధనగర్భిష్ఠదీప్తుల మధ్యవ్యవధి



40 వ చిత్రము

సిఫియైవృద్ధిక్షయతార (డెల్టాసిఫియై) దీప్తిరేఖాపటము

5.37 దినములుండును. ఈవ్యవధిని ఆనక్షత్రముయొక్క ఆవర్తనకాలమని మనము పేర్కొనవచ్చును. ఈఆవర్తనకాలములోమాత్రమే మెన్నడును ఈవృద్ధిక్షయతారమైనను తేడారాదు. ఇట్లు నియమబద్ధమైన తక్కువ ఆవర్తనకాలములుగల తారలకు సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలనిపేరు. వాని కా పేరు డెల్టాసిఫియై నక్షత్రమువలననే వచ్చినది.

సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలలో నన్నింటి యావర్తనకాలములును సమానపరిమాణమును కలిగియుండవు. కొన్ని గంటలు మొదలు 50 దినములవరకును ఆవర్తనకాలములుగల తారలు వీనియందున్నవి. ఈవిధముగా ఆవర్తనకాలములలో గల వ్యత్యాసములనుబట్టి తారాపుంజ వృద్ధిక్షయతారలు, పురాణ



వృద్ధిక్షయతారలు అని సిఫియై వృద్ధిక్షయతారలను రెండువర్గములుగా విభజించిరి. తారాపుంజవృద్ధిక్షయతారలలోని వృద్ధిక్షయతారల సరాసరి ఆవర్తనకాలము 0.56 దినము లుండును. వీనిలో హెచ్చుభాగము గోళాకారసక్షత్రసమూహములందే యుండుటవలన తారాపుంజవృద్ధిక్షయతారలను పేరు వీని కేర్పడినది. వీనిలో వ్యక్తికంటి కగపాప సక్షత్రము లేమియును లేవు. పురాణవృద్ధిక్షయతారలు ఎక్కువ ఆవర్తనకాలముగల సిఫియై వృద్ధిక్షయతారలు. వీనిసరాసరి ఆవర్తనకాలము సుమారు 5.6 దినము లుండును. డెబ్బా సిఫియై, పొలారిస్ (ఉత్తర ధ్రువసక్షత్రము) ఇందు కుదాహరణములు. తారాపుంజవృద్ధిక్షయతారలకంటె పురాణవృద్ధిక్షయతారలు ఎక్కువ దీప్తిమంతములైనవి. వీనిలో వ్యక్తికంటి కసపడునవి అనేకములుగలవు.

సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలు మొత్తముమీద ఎక్కువ దీప్తి కలిగినవి. వాని విచిత్రమైన యొకలక్షణము ఆవర్తనకాల మధికమైనకొలదియు వాని యధార్థదీప్తి లేదా సరాసరిదీప్తి అధికమగుట. 1 దినము ఆవర్తనకాలముగల సిఫియై వృద్ధిక్షయతార సరాసరిదీప్తి సూర్యునిదీప్తికి 100 రెట్లుండును. 10 దినములు ఆవర్తనకాలముగలది సూర్యునికంటె 1000 రెట్లు దీప్తి మంతముగానున్నది. ఈవిషయమును హార్వర్డు విశ్వవిద్యాలయ మునకుచెందిన లీవిట్ అను యువతి 1912 లో కనుగొనెను. ఆతరువాత కొన్ని సిఫియైవృద్ధిక్షయతారల దూరములను కనుగొని, వాని యధార్థదీప్తులను కట్టి ఆవర్తనకాలములను, యధార్థదీప్తులను గల సంబంధమును నిరూపించు రేఖాపట

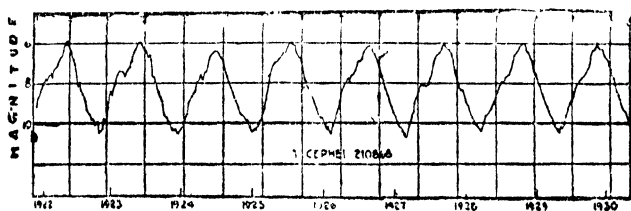
మును పేర్చెన్విజ్ఞాని బడసెను. పక్షిమృత్యుక నిధిమృత్యుక్షయ తార యూవల్లసకాలము తెలిసినచో, నా శేఖరబటసాహాయ్య మున దాని యథార్థదీప్తిని, దానినిబట్టి దానిదూరమును కనుగొనవచ్చును. బహుల్లాప్తక న్యూలాల దూరములను కొనుచుటకు చక్కనిసాధనములుగా నిధిమృత్యుక్షయతారలను హబుల్ విజ్ఞాని యుపయోగించెను.

నిధిమృత్యుతారలదీప్తి స్పృక్షయములను పొందుటకుగల హేతువులనుగూర్చి పలువురుశాస్త్రజ్ఞులు పలురీతుల యూహించిరి గాని వారిలో పేర్చే, స్పృష్మ్యువిజ్ఞానులు ప్రతిపాదించిన స్పందనస్థాంతమే పెక్కుర కంగీకారమైనది. ఈనక్షత్రములు పర్యాయముగా సంకోచమును వ్యాకోచమును పొందుచున్నవని వారూహించిరి. నక్షత్రము వ్యాకోచించినపుడు దాని ఉపరితల వైశాల్య మధికమై, దానినుండి విక్రీమగు మొత్తముకాంతి కూడ అధికమగుటచేత అది యెక్కువదీప్తితో వెలుగొందును. ఇక ఆనక్షత్రము సంకోచించినపుడు దాని ఉపరితలవైశాల్యము తక్కువగుటవలన దానినుండి విక్రీమగు మొత్తముకాంతికూడ తగ్గి, దానిదీప్తి క్షీణించును.

నిధిమృత్యుక్షయతారలు సంకోచవ్యాకోచములను పొందునపుడు వాని వ్యాసములలో రమారమి నూటికి 10, 15 పాళ్ళు మాపువచ్చును. మరియును నక్షత్రము సంకోచమును పొందినపుడు దాని అంతస్తాపక్రమమధికమై, వ్యాకోచమును పొందినపుడది తగ్గును. ఈరీతిగా వాని తాపక్రమమందు వచ్చునట్టి మాపు వేలదగ్గిలలో నుండును. తాపక్రమమందు

సంభవించునట్టి యీమాటప్పున కనుగుణముగా వాని వర్ణమాలలను మాట్టు జనించును. కాని సిఫియైవ్యుధ్విక్షయతారలు చాల దర్శననుండుటచేత వాని యన్నింటి వర్ణమాలలను తీసి పరిశీలించుటకు వీలుచిక్కనున్నది. ఇంతవరకు రమారమి 155 సిఫియైవ్యుధ్విక్షయతారల వర్ణమాలలనుమాత్రమే శాస్త్రజ్ఞులు తీయగలిగిరి.

దీప్తవ్యవధి వ్యుధ్విక్షయతారలు : సిఫియైవ్యుధ్విక్షయతారల ఆవర్తనకాలము కొన్నిగంటలు మొదలు కొన్ని దినములవరకు మాత్రమే యుండును. కాని కొన్నిసంవత్సరముల ఆవర్తనకాలములుగల వ్యుధ్విక్షయతారలుకూడ సనేకములున్నవి. కొద్దితేడాలున్నను, వీని ఆవర్తనకాలములకూడ ఒక క్రమము ననుసరించియే యుండును. ఎనుపురంగు తారలలోను, బృహత్తారలలోను ఇటువంటి సక్షత్రములు కొన్ని యున్నవి. ఆర్. సర్పెంటిస్, టి. సిఫియై సక్షత్రములందుకు



41 వ చిత్రము

దీప్తవ్యవధివ్యుధ్విక్షయతార (టి-సిఫియై) దీప్తిరేఖాపటము

మంచి దర్శనములు. ఆర్. సర్పెంటిస్ యొక్క ఆవర్తనకాలము 357 దినములు; టి. సిఫియైయొక్క ఆవర్తనకాలము 387 దినములు.

క్రమరహిత వృద్ధిక్షయతారలు : కొన్నితారల దీప్తులందుకలుగు వృద్ధిక్షయములలో నొక క్రమమేమియు నుండదు. అవి యెప్పుడు గర్భిణీదీప్తిని పొందునో, గర్భిణీదీప్తిని పొందినపుడేపరిమాణతారగా నవి తేజస్వినుల మనము చెప్పలేము. ఈరీతిగా దీప్తియందు వృద్ధిక్షయములను పొందుటలో నొక క్రమము ననుసరించని తారలకు క్రమరహిత వృద్ధిక్షయతారలని పేరు. ఎక్కువరంగు నక్షత్రములలోనే గుర్తితారలుకూడ మనకు ప్రత్యక్షమగును. బరయన్ రాశిలోని బీటల్ గాజ్ నక్షత్రము ఈరకముతారల కొక మంచి యుదాహరణము. ఈతరగతి తారల దీప్తులయందు వృద్ధిక్షయము లిట్లు క్రమరహితముగా జరుగుటకుగల కారణము శాస్త్రజ్ఞుల కింతవరకు పూర్తిగా ననగతిముకాలేదు. ఈనక్షత్రములపైన తక్కువ కాంతిమంతమైన మేఘము లున్నవనియును, ఈమేఘములానక్షత్రములకును మనకును సజీమికివచ్చినపుడు ఆనక్షత్రముల కాంతి తగ్గుననియును, అవి ప్రక్కకు పోయినపుడు ఆనక్షత్రము లధికదీప్తితో ప్రత్యక్షమగుచున్నవనియు నొక వాదమున్నది. ఈవాద మెంత వరకు సమంజసమైన దన్నది యొక పెద్దప్రశ్నము !

నూతనతారలు : వృద్ధిక్షయతారలలో మిక్కిలి విచిత్రమైనవి నూతనతారలు. ఒకవిధముగా నివియును నియతవ్యవధి లేని వృద్ధిక్షయతారలే. ప్రారంభమం దివి వృద్ధిక్షయతార కానరానియంత అల్పదీప్తిమంతములై యుండును ; ఆతరువాత హఠాత్తుగా నివి యధికదీప్తినిపొంది ఒక్కొక్కప్పుడు సిరియస్,

గురుకుల, శుక్రగురుకుల నామోమూర్తుల కంటెనుకూడ హెచ్చు దీప్తితో కొంతకాలము ప్రకాశించి, పిమ్మట క్రమముగా తమ దీప్తిని గోల్పోయి, తిరిగి మరుగుపడిపోవును. నూతననక్షత్రముల ముఖ్యమైన లక్షణమిదియే. ఇట్టివి మరుగుపడిపోవుట తాత్కాలికమైనను కావచ్చును ; లేదా శాశ్వతమైనను కావచ్చును.

గతశతాబ్దములో నూతన నక్షత్రములను కొన్నింటిని శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించి రికార్డు చేసిరి. వానిలో ముఖ్యమైనది 1572 వ సంవత్సరము నవంబరు నెలలో టైకోబ్రాహె యవేక్షించినట్టిది. ఇది రెండు రెనములలో రహారమి శుక్రని దీప్తి యంత దీప్తిని పొంది, పగటిసమయమునకూడ కనిపించినది. ఆవిధముగా ఇది రహారమి 16 నెలల కాలము ప్రకాశించి, పిమ్మట అన్యథమైనది. 1604 లో బసియూఖస్ రాశియందొక నూతననక్షత్రమును క్లెర్క్ విజ్ఞాని కనుగొనెను. టైకోబ్రాహె యవేక్షించిన నూతననక్షత్రమంత కాకపోయినను గురుగ్రహదీప్తితో తుల్యమైన దీప్తి నది పొందినది. ఈ శతాబ్దప్రారంభము నుండియును కేవలము వృత్తికంఠిలో నవేక్షించి గాక ఛాయాచిత్రఫలకముపై ఛాయాచిత్రములను తీసి నూతననక్షత్రములను కనుగొను పద్ధతిని శాస్త్రజ్ఞు లనుసరించుచున్నారు. తత్ఫలితముగా ననేక నూతననక్షత్రము లిటీవల యవేక్షితములైనవి. 1900 ల సంవత్సరమునుండియు నవేక్షితములైన నూతననక్షత్రములలో మిక్కిలిదీప్తిమంతమైన వానిని 281 వ ఫుటలోని పట్టికను బట్టి తెలిసికొనవచ్చును.

పట్టిక

నూతన నక్షత్రము పేరు.	అవేక్షింపబడిన సంవత్సరము	గరిష్ఠ దృశ్యదీప్తి
నోవా పెర్సే	1901	0.2
నోవా లాసెర్టి	1910	4.6
నోవా జెమినోరమ్	1912	3.5
నోవా సగిట్టె	1913	7.2
నోవా ఏక్విలే	1918	1.1
నోవా లైరా	1919	6.5
నోవా ఒసియూఫై	1919	7.4
నోవా ప్లెగ్షి	1920	2.0
నోవా సిన్టారిస్	1925	1.2
నోవా హెస్పెర్లిన్	1934	1.4
నోవా లాసెర్టి	1936	1.9
నోవా ప్యూసిస్	1942	0.4
నోవా కొరొనా బారియాలిస్	1946	3.2

నూతననక్షత్రములుకొత్తగా జనించిన నక్షత్రములని శాస్త్రజ్ఞులు ప్రారంభమున తలచుచుండెడివారుగాని యిటీవలి పరిశోధనలవలన నది సత్యముగాదని తెల్లమైనది. ఆకాశములో నూతననక్షత్రము ప్రత్యక్షమైనతావున అత్యల్పదీప్తిమంతమైన నక్షత్రముకంటె అంతకు ముందే యుండియున్నట్లు అనేకనూతన

సక్షత్రముల విషయములో స్పష్టమయ్యెను. 1934 లో హెక్ట్యూలస్ రాశియం దగపడిన నూతనసక్షత్రము ఆదిలో 15 వ పరిమాణతారగా నుండెడిది. ఆతరువాత కొద్దిదినముల వ్యవధిలో 1.4 పరిమాణతారగా నది పరివర్తనమందినది. 1901 లో పెర్సియస్ రాశియం దగపడిన నూతనసక్షత్రవిషయమునకూడ నింతే. నట్టికంటి కగపడుటకు మూడుదినములకు పూర్వము 13 వ పరిమాణతారగా నదియుండెను. ఆతరువాత ఇంచుమించు 3 దినముల కాలములో రమారమి 1,00,000 రెట్లు దీప్తినిపొంది, 0.1 పరిమాణతారగానది పెంపొందినది. ఆతరువాత సుమారు 18 నెలలకది ఆ యధికదీప్తిని గోల్పోయి, తిరిగి తన తొల్లింటి పరిమాణమునకు దిగజారినది. దూరదర్శినితో చూచినయెడల ఇప్పటికీని నది ఆకాశమం దామండలములో గోచరమగుచునేయుండును. 1942 లో గర్విష్ఠదీప్తిని పొంది ప్యూసిస్ రాశియందు గోచరమైన నూతనసక్షత్రముకూడ గణనీయమైనదే. రమారమి 17 వ పరిమాణసక్షత్రమునుండి యనతికాలములో నది ప్రథమపరిమాణతారకంటెనుకూడ దీప్తిమంతమైన సక్షత్రముగా పరిణామము పొందినది. కాని ఆ గర్విష్ఠదీప్తితో చాలకాలమది ప్రకాశింపలేదు. గర్విష్ఠదీప్తిని పొందిన మరుచటిదినమునుండియే దానిదీప్తి తగ్గుట కారంభించినది ; ఒక నెలదినములలోనది ఆరవపరిమాణతారకంటెను తక్కువపరిమాణముగల తారగా మార్పునుపొంది, నట్టికంటికి ఆనడయ్యెను. అంతటినుండి దానిదీప్తియందు తగ్గుదల చాల తక్కువగనే యున్నది.

నూతననక్షత్రముల దీప్తియం వీరీధిగా అత్యధికమైన మార్పుచుట్టును గలకారణము శాస్త్రజ్ఞులకుకూడ పూర్తిగా స్పష్టముకాలేదు. నూతననక్షత్రగర్భమందు, ఏహేతుచేతనో తెలియదు గాని, అత్యధిక పరిమాణమున ఉత్పన్నమగు జరిగియుండుననియును, ఈఉత్పన్నసఫలితముగా సంభవించిన అత్యధికతాపక్రమమువలన ఆనక్షత్రమధికదీప్తిని పొందియుండుననియును శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు. నూతననక్షత్రములు అధికదీప్తిని పొందియున్న సమయములందు వానిని చుట్టియుండెడి వాయువుల వర్ణమాలలను దీసి చునుశీలించుట వలన, ఆవాయువులు సెకనునకు కొన్ని వందలమైళ్ళ వేగముతో ప్రయాణముచేయుచున్నట్లుల వ్యక్తమైనది. అందుచేత నూతననక్షత్రములందు ఉత్పన్నమగు సంభవించుచున్నవని భావించుట కవకాశముకలుగుచున్నది. గరిష్ఠదీప్తిని పొందినతరువాత నూతననక్షత్రముల నవేక్షించినచో వానిని పరివేష్టించి అతి పలుచనైన ద్రవ్య మున్నట్లులను, ఆద్రవ్యము క్రమముగా వ్యాకోచమును, సడమనున్న నూతననక్షత్రముమాత్రము సంకోచమును పొందుచున్నట్లులను వ్యక్తమగును. నూతననక్షత్రగర్భమందు ఉత్పన్నమగు జరుగుటచేతనే యవి అధిక దీప్తిమంతములయ్యెనను అభిప్రాయము నీ నిదర్శనముకూడ రూఢమొనర్చుచున్నది.

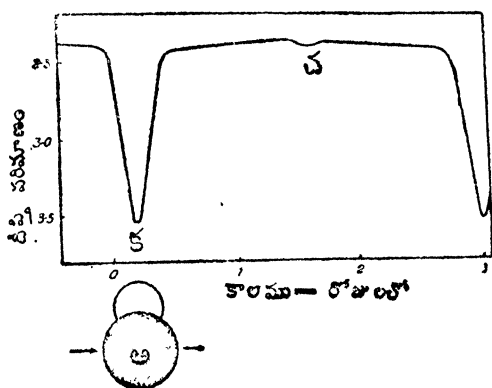
సాధారణముగా నూతననక్షత్రములన్నియును కంటికి ఆనని స్థితినుండి హఠాత్తుగా నొక్కసారి అత్యధికదీప్తినిబొంది, పిమ్మట క్రమముగా తమదీప్తిని గోల్పోయి, తిరిగి కంటికి ఆన



కుండ పోవును. ఆతరువాత మరిల నానక్షత్రము హెచ్చుదీప్తిని పొందదు. నూతననక్షత్రములన్నియు సామాన్యముగా నీ ప్రకృతినే కలిగియున్నను, కొన్నికొన్ని నూతననక్షత్రములు మాత్రము ఒకసారి గరిష్ఠదీప్తినిపొంది, తిరిగి దానిని గోల్పోయి, అటుతరువాత మరికొంతకాలమునకు తిరిగి అధికదీప్తినిపొంది, తిరిగి ఆదీప్తిని కోల్పోవుట.....కలదు. ఈవిధముగా రెండు మూడుసార్లు వానిదీప్తి వృద్ధిక్షయములను పొందును. ఇంత వరకు గిట్టినూతననక్షత్రములను మూడింటినిమాత్రమే శాస్త్రజ్ఞులవేక్షించిరి. వీనికి పునరావృత్తనూతననక్షత్రములనిపేరు. 1896, 1933 సంవత్సరములలో గరిష్ఠదీప్తిని పొందిన ఆర్. ఎస్. ఒఫియూపై నక్షత్రమును, 1890, 1902, 1920, 1945 సంవత్సరములలో గరిష్ఠదీప్తిని పొందిన టి. పైక్సిడిస్ నక్షత్రమును ఇట్టివే.

నూతననక్షత్రములలో మిక్కిలి హెచ్చుదీప్తిని పొందిన వానిని 'సూపర్ నోవా' లని పేర్కొందురు. నూతననక్షత్రముల గరిష్ఠదీప్తి -9 పరిమాణనక్షత్రదీప్తికంటె ఎక్కువ యుండదు; సూపర్ నోవాల గరిష్ఠదీప్తి -12 నకు -16 నకును మధ్యపరిమాణములుగల నక్షత్రముల దీప్తులతో తుల్యముగ నుండును. వీనిదీప్తి కనిష్ఠపరిమాణమును పొందినపు డవి యేపరిమాణనక్షత్రముగ నుండునో యింతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొనలేకపోయిరి. నూతననక్షత్రములకును, సూపర్ నోవాలకును గల వ్యత్యాసము వాని గరిష్ఠదీప్తులకంటెనుకూడ వాని వర్ణమాలలందు హెచ్చుగా వ్యక్తమగును.

గ్రాహివృద్ధిక్షయతారలు : వృద్ధిక్షయతారలలో మరియొక తరగతికి చెందినవి గ్రాహివృద్ధిక్షయతారలు. వీని దీప్తులలో గోచరమగుచున్న వృద్ధిక్షయములు వార్తనముగా వాని యధాస్థిత్తులలో కలుగుచున్న వృద్ధిక్షయములవలన సంభవించుటలేదు. భూసూర్యులకు నడుమగా కాంతిహీనమైన చంద్రుడు వచ్చినపుడు సూర్యుని దృశ్యదీప్తి యేరితిగా తగ్గుచున్నదో ఆరీతిగనే నక్షత్రములజంటలలో కాంతిమంతమైన యొకనక్షత్రము చుట్టును తిరుగుచున్న కాంతిహీనమైన నక్షత్రము అవేక్షకునకును, ఆకాంతిమంతమైన నక్షత్రమునకును



42 వ చిత్రము

గ్రాహివృద్ధిక్షయతార దీప్తిరేఖాపటము.

నడుమగావచ్చుట తటస్థపడినపుడు, కాంతిమంతమైన నక్షత్ర దీప్తిలో తగ్గుదల అభివ్యక్తమగును. అందుచేత నది వృద్ధిక్షయ తారగా గోచరమగును. పెర్సీయస్ రాశిలోని ఆల్గాల్ (బీటా

'పెక్'నై) నక్షత్రము గ్రహావృద్ధిక్షయతారలకు విలక్షణమైన యుదాహరణము. ఇట్టి నక్షత్రములను గూర్చి చర్చించుటకు ముందు నక్షత్రసమూహములనుగూర్చి వివరింపవలసియున్నది. నక్షత్ర సమూహములు

ఒకదానినొక్కనే యొకటి యుండునట్లు తెల్లని గోడ మీద రెండు సిరాబొట్టులను వేసి, కొంచెము దూరమునుండి వానిని చూచినయెడల, అవిరెండును ఏకబిందువుగా గోచరమగును. కాని దగ్గరకు పోయిగాని, దూరదర్శినితో గాని వానిని చూచినచో రెండు వేర్వేరు బొట్టులుగనే యవి ప్రత్యక్షమగును. అట్లే వట్టికంటికి ఏకనక్షత్రముగా గోచరమగు నక్షత్రములను దూరదర్శినితో నవేక్షించినపుడు అందుకొన్ని రెండునక్షత్రములుగనో, మూడునక్షత్రములుగనో లేదా అంతకంటె ఎక్కువ నక్షత్రములుగనో విడివడి కనిపించుటకలదు. ఇట్లు దూరదర్శినితో చూచినపుడు ఒకనక్షత్రము రెండుగా విడివడి కనిపించినచో అట్టి నక్షత్రములను జంటతారలు లేదా యుగళతారలనియును, రెండుకంటె ఎక్కువ నక్షత్రములుగా విడివడినచో వానిని బహుళతారలనియును, అసంఖ్యాకములుగా విడివడినచో వానిని తారావ్రంజములనియును వ్యవహరింతురు.

యుగళతారలు : యుగళతారలందు చాక్షుషయుగళములు, భౌతికయుగళములు అని రెండురకములున్నవి. చాక్షుష యుగళములోని నక్షత్రములు రెండును భూమినుండి ఇంచుమించు ఒకేదృక్ రేఖలో నుండుటవలన ఒకదానికొకటి మిక్కిలి

చేరువగా నుండినట్లు కనిపించుచుండును గాని వాస్తవముగా వాని నడుమ కొన్ని కోట్లమైళ్ళ దూరముండును; భూమితర సభోమూర్తి కేగి చూచినచో నవి రెండును రెండు విడివక్షత్రములుగా ప్రత్యక్షమగుననుటకు సందేహములేదు. చాక్సుష యుగళములోని నక్షత్రముల నడిమిదూరము మిక్కిలి యెక్కువ యగుటవలన వానినడుమ నెట్టి భౌతికసంబంధమును నుండదు; అవి యొకదానిపై నొకటి పరస్పరము ఎన్నదగిన గురుత్వాకర్షణబలమును ప్రసరించుకొనలేవు. అరుంధతీ వసిష్ఠ నక్షత్రములు, డెబ్బ హెక్కులీస్ మున్నగునవి చక్కని చాక్సుష యుగళములు. అరుంధతీ వసిష్ఠనక్షత్రముల మధ్యదూరము 12'. దృష్టిమాంద్యమున్నవారు ఆరెండు నక్షత్రములు విడివడి యున్నవని గ్రహించలేరుగాని మంచి దృష్టిగలవారి కవిరెండును రెండు ప్రత్యేకనక్షత్రములుగ సులభముగనే గోచరించును. అరుంధతీ వసిష్ఠనక్షత్రములవలె వట్టికంఠికికూడ జంటతారలుగ గోచరించువానిని 'నేకెడ్ ఐ డబుల్స్' అని అందురు.

చాక్సుషయుగళములోని నక్షత్రములవలెగాక భౌతిక యుగళములోని నక్షత్రములు సాపేక్షముగా సన్నిహితముగా నుండుటవలన నవి పరస్పర గురుత్వాకర్షణప్రభావమునకులోనై యుండి, వాని సామాన్యగురుత్వకేంద్రముచుట్టును పరిభ్రమించుచుండును. యుగళతారలలోని రెండునక్షత్రములును ఎల్లప్పుడు సమానవర్ణమునే కలిగియుండవు. అట్లు భిన్నవర్ణములతో ప్రకాశించు నక్షత్రములతో ఒకదానిచుట్టు వేరొకటి తిరుగుచుండుటను దూరదర్శినితో తెలికించినపు డెంతమనోహరముగ

నుండును ! ఏయే పరిమాణముల తారలు ఎంతెంత దూరమున నున్నపుడు ఒకదానిపైనొకటి యెన్నదనిన ఆకస్మాత్తణబలమును ప్రవర్తించజేసికొనగలరొ విట్కొవిట్కొని గణించి, ఆయా పరిమాణముల నక్షత్రములు అంతిదూరమునకు లోపుననున్నపుడే వానిని యుగళతారలని పేర్కొనుటకు వీలున్నదని ఒకనియమ మేర్పరచెను. అట్టి యుగళతారలను సుమారు 20,000 లను దూరదర్శిని సాహాయ్యమున శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. అయితే జంటతారలుగానున్న నక్షత్రములసంఖ్య యింకను చాల అధికమనుట నిర్వివాదము. ప్రతి 20 నక్షత్రములలోను 8 నక్షత్రములు జంటతారలని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు.

భౌతికయుగళములోని తారల ముఖ్యలక్షణము పరస్పర గురుత్వాకర్షణబలమునకు లోనై యుండుటగదా. భూసూర్య గోళములు ఒకదానిపైనొకటి పరస్పరము గురుత్వాకర్షణబలమును ప్రవర్తించుకొనుచుండుటచేతనే అధికద్రవ్యసంచయముగల సూర్యునిచుట్టు భూమి తిరుగుచున్నది. అట్లే భూచంద్రుల జంటలో, అవిరెండును ఒకదానిపైనొకటి గురుత్వాకర్షణబలమును కలిగియుండుటవలన ఎక్కువద్రవ్యసంచయముగల భూమిచుట్టు తక్కువద్రవ్యసంచయముగల చంద్రగోళము తిరుగుచున్నది. ఆవిధముగనే భౌతికయుగళములోని తారలలో ఒకదానికంటె రెండవది మిక్కిలి యెక్కువ ద్రవ్యసంచయమును కలిగియున్నపుడు, ఎక్కువ ద్రవ్యసంచయముగల నక్షత్రము చుట్టును తక్కువ ద్రవ్యసంచయముగల నక్షత్రము తిరుగుచుండును. దాని పరిభ్రమణకాలమును, వేగమునుకూడ వాని

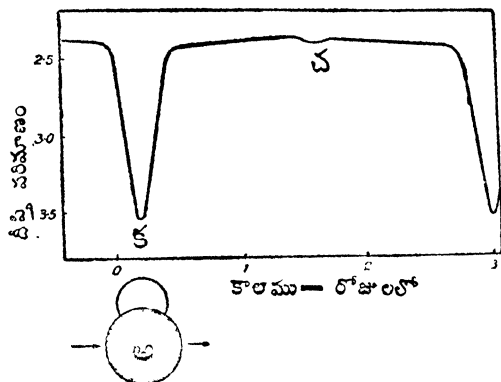
పరస్పరాకర్షణబలమునుబట్టి యుండునని వేరే చెప్పనక్కరలేదు. కాని సాధారణముగా జంటతారలలో రెండింటి ద్రవ్యసంచరించుచున్న అక్షత్రములను అక్షత్రములముండదు. ఆనందర్భములో నవిరెండును తమ సామాన్యగురుత్వకేంద్రముచుట్టును తిరుగుచుండును. ఒకనక్షత్రము భౌతికయుగళిమో, కాదోయను విషయమును ఆయుగళిములోని నక్షత్రములు తమ సామాన్యగురుత్వకేంద్రముచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నవని నిరూపించుట వలనగాని, లేదా అవిరెండును సమాన యధార్థవేగముతో నంతరాళమున సంచరించుచున్నవని నిర్ధారించుటవలనగాని గ్రహింపవచ్చును. ఒక తారాయుగళిములోని నక్షత్రములు అవేక్ష్యుని దృష్టిమార్గమున కక్షమముగా గమించుచున్నయెడల దూరముననున్న నక్షత్రములనుబట్టి వానిస్థానమందు మార్పు వచ్చును. భూమినుండి ఆనక్షత్రములదూరములు తెలిసినచో, ఆనక్షత్రములస్థానమందు వచ్చిన మార్పునుబట్టి వాని గమన వేగములను కనుగొనవచ్చును. నక్షత్రములు మన దృష్టిమార్గమున కక్షమముగాగాక సరిగా మన దృష్టిమార్గములోనే, అనగా మనమిదికిగాని, లేదా మననుండి తిన్నగా వెనుకకుగాని ప్రయాణముచేయుచుండినట్లయిన, వానిస్థానములందు మార్పు గోచరముకాదు. కాబట్టి పైవిధముగా వీనివేగములను కనుగొనలేము. అట్టినక్షత్రముల వేగములను వానివర్ణమాలల సాహాయ్యమున కనుగొందుదు. నక్షత్రవర్ణమాలలందు ఫ్రాన్ హోఫ్ రేఖలనేకములుండునుగదా. మనదృష్టిమార్గముయొక్కదిశలో సంచరించుచున్న యొకనక్షత్రము మననుండి దూరముగాపోవు

చున్నయెడల, దాని వర్ణమాలలోని ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలు సామాన్యముగ నుండవలసినతావున నుండక, అన్నియును కలసి ఎరుపురంగునైపునకు జరిగి ప్రత్యక్షమగును; ఇకనక్షత్రము మన దృష్టిమాగ్గములో సరిగా మననైపునకు ప్రయాణముచేయు చున్నయెడల, దాని వర్ణమాలలోని ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలన్ని యును ఊదానైపునకు జరిగి గోచరమగును. ఈవిధముగా వర్ణమాలారేఖలస్థానమందు వచ్చిన అపసారపరిమితినిబట్టి ఆనక్షత్రముల వేగములను కనుగొనవచ్చును.

జంటతారలలో ఒకటి దీప్తిమంతమైనదియును, రెండవది దీప్తిహీనమైనదియును అయియుండి, ఆ జంటతారల పరిభ్రమణ కక్ష్యతలము అవేక్షకుని దృక్ రేఖాతలమందే యించుమించు ఉన్నచో, అవేక్షకునకును అధికదీప్తిమంతమైన నక్షత్రము నకును నడుమగా దీప్తిహీనమైన నక్షత్రమునచ్చుట తలఁఫపడి నపుడు (సూర్యులకు నడుమ చంద్రుడు వచ్చినపుడు సూర్యుడు గ్రస్తమైనట్లు) అధికదీప్తిమంతమైన నక్షత్రము గ్రస్తమగును; లేదా మహాదీప్తిమంతమైన నక్షత్రముకంటె తక్కువదీప్తిమంతమైన నక్షత్రము ఘనపరిమాణములో చిన్నదియైనయెడల, మహాదీప్తిమంతమైన నక్షత్రదీప్తిలో మాంద్యము హెచ్చుగానుండును. ఇట్టి జంటతారలను గ్రాహియగళతారలను ప్రత్యేకనామముతో వ్యవహరింతురు. గ్రాహివృద్ధిక్షయ తారలను మరియొక నామముకూడ వీనికిగలదు. పెర్సియస్ రాశికిచెందిన ఆగ్లాల్ నక్షత్ర మిట్టిదే.

జంటతారలలో దూరదర్శికికూడ విడదీయజాలని కొన్ని నక్షత్రములయునికిని వర్ణమాలాదర్శిని సాహాయ్యమున కను

గొనవచ్చును. అట్టివానికి వర్ణమాలాయుగళములని పేరు. వర్ణమాలాయుగళపు వర్ణమాలను కొంత కాలవ్యవధిలో మరల



43 వ చిత్రము

గ్రాహియుగళతార దీప్తిరేఖాపటము.

అ-అను దీప్తిహీనమైన తార దీప్తిమంతమైన తారచుట్టును పరిభ్రమించుచు అనేక్షకునకును దీప్తిమంతమైనతారకును సరిగా నడుమకు వచ్చినపుడు, దీప్తిమంతమైన తార అచ్చాదింపబడును గాన ఆయుగళ తారనుండి అనేక్షకుని చేరుకొను మొత్తముకాంతి క్షీణించి దానిదీప్తి కనిష్ఠపరిమాణమును పొందును. చిత్రములో క- అనుబిందువు యుగళ తారయొక్క యీస్థితిని నూచించును. దీప్తిహీనమైనతార దీప్తిమంతమైన తారచుట్టును పరిభ్రమించుటలో, అనేక్షకునకును దీప్తిహీనమైన తారకును నడుమగా దీప్తిమంతమైన తార వచ్చినప్పుడు, దీప్తిమంతమైనతార యొక్కదానినుండిమాత్రమే తేజస్సు అనేక్షకుని చేరును కాబట్టి అప్పు డాయుగళముయొక్క మొత్తము దీప్తిలో కొద్దిపాటి తగ్గుదల సంభవించును. చిత్రములో చ- అను బిందు వీస్థితినినూచించును.



మరల తీసి పెరిక్షించినయెడల, ఆవర్ణమాలాయందలి ప్రతిరేఖ యును రెండుగా విడివడి ప్రత్యక్షమగును. వర్ణమాలాయుగళము లోని రెండుతారలును అవేక్షకుని దృక్రేఖాదిశయందే యున్న పుడు, ఆ రెండుతారల వర్ణమాలారేఖలును ఒకదానితోనొకటి ఏకీభవించుటచేత, ఏకరేఖలుగనే యవి గోచరించును. కాని అవి యవేక్షకుని దృక్రేఖాదిశయందు లేనపుడు దృక్రేఖా దిశయందు వాని వేగపరిమాణములు భిన్నమగుటవలన, వాని వర్ణమాలారేఖలు రెండుగా విడివడి కనపడును.

బహుళతారలు : దూరదర్శినితో చూచినపుడు వట్టి కంటికి ఏకసక్షత్రముగా కనపడుచున్న కొన్నిసక్షత్రములు మూడుగాని, నాలుగుగాని, అయిదుగాని, ఆరుగాని, ఏదో యొకపరిమితసంఖ్యగల సక్షత్రములుగా గోచరింపవచ్చును. ఇట్టి సక్షత్రములకు బహుళతారలనిపేరు. కేప్టర్ (ఆల్ఫాజెమి నోరమ్) సక్షత్రము బహుళతారలకొక యుదాహరణము. వట్టి కంటికి ఏకసక్షత్రముగా గోచరించుచున్న యీతార సామాన్య దూరదర్శినితో చూచినపుడు జంటతారగా నగపడును. ఈ జంటతారలోని సక్షత్రములను వేర్వేరుగా వర్ణమాలాదర్శినితో నవేక్షించినపుడు, అవి తిరిగి ఒక్కొక్కటి రెండేసిగా విడివడి నట్లు వ్యక్తమగును. ఈరీతిగా వట్టికంటికి ఏకసక్షత్రముగా గోచరమైన యీతార నాలుగు సక్షత్రముల సమూహమని తెల్లమైనది. ఇక కేప్టర్ సక్షత్రమునకు రమారమి 7½" దూర మందు 9 వ పరిమాణమునకు చెందిన సక్షత్రమొకటియున్నది. ఈసక్షత్రమును వర్ణమాలాదర్శినితో ననుశీలించిన వో నది

యొక బంటతారియని స్పష్టమగును. ఈతని సక్షత్రములును కూడ పరస్పరగుణత్యాక్రమణబలమునకు లోనయియు ప్రవర్తించుచున్నవి.

తారాపుంజము : తారాపుంజములందు వందలకొలది సక్షత్రము లుండును ; అనియన్నియు పరస్పరగుణత్యాక్రమణబలమునకు లోనయికూడ నుండును. తారాపుంజములందలి సక్షత్రముల్నియును సమానపరిమాణమును, దిశయునుగల వేగముతో కలసికట్టుగా ప్రదేశమున సంచరించుచుండును. అట్లుగానిచో నవి వేదికవి చెల్లించెదనై పోవునని వేరేచెప్ప నక్కరలేదు. అప్పుడవి పుంజముగా నెట్లుండగలవు !

తారాపుంజములందు వివృతపుంజములు, గోళాకార పుంజములు నని రెండురకము లున్నవి చీకటిరాత్రులలో వట్టికంట్రోలో ప్రియడిస్ ను చూచినయెడల, 7 సక్షత్రముల గుంపుగా నది కనపడును. కాని అధిక అధికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శితో చూచినపుడు 5, 6 వందల సక్షత్రముల గుంపుగానది ప్రత్యక్షమగును. హయాడిస్, కొమాబెర్నెసెస్ మున్నగునవికూడ ఇట్టి తారాపుంజములే. తారాపుంజములు వట్టికంట్రోలో చూచినపుడు ఎక్కువ ఆకర్షణీయముగా నుండక పోవచ్చునుగాని దూరదర్శితో నవేక్షించినపుడు మాత్రము కడుమనోహరముగానుండును. నల్లని పృథ్వీభూమిపై తెల్లని కాంతిలతో ధగధగ మెరుయుచున్న ఆనందలకొలదినక్షత్రములు నయనానందకరమైన దృశ్యమును ప్రదర్శించుటలో నబ్బర మేమున్నది !

స్లియూషీస్ తారాపుంజమందలి యొకనక్షత్రమునకును మరియొకనక్షత్రమునకును నడుమ, ఆనక్షత్రము లొకదాని కొకటి యెట్టిసంబంధమునులేని ప్రత్యేకనక్షత్రము లనుకొనుటకు తగినంత యెడముండును. కాని పైనిపేర్కొనినట్లు ఇవియన్నియు ఒకేపరిమాణముగల వేగముతో ఒకేవిధగా ప్రదేశములో ప్రయాణముచేయుచున్నవి. ఇట్టిగుంపులనే వివృతతారాపుంజము లనిపేర్కొందురు. వివృతపుంజములన్నియును సాధారణముగా పాలపుంతయందుగాని, దానికి సమీపమునగాని యుండుట వలన, అవి యన్నియు మన గెలాక్సీకి చెందినవే యనుట నిశ్చయము. ఈకారణమున వీనికి గెలాక్సీకపుంజము లనికూడ వ్యవహారమేర్పడినది. ఈగెలాక్సీకపుంజములలో సూర్యకుటుంబమున కెక్కువ చేరువగానున్నది హయాడిస్. భూమినుండి దానిదూరము 130 కాంతిసంవత్సరములు. ఇంతవరకు రమారమి 300 వివృతపుంజములను శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించిరి. వివృత పుంజవ్యాసము సరాసరిని 20 కాంతిసంవత్సరము లుండును.

వివృతపుంజములందువలెగాక గోళాకారపుంజములందు వేలకొలదినక్షత్రములు, మిక్కిలి సన్నిహితముగా, చేరియుండును. ఇక పుంజము నడుమకు పోయినకొలదియు దానిలోని నక్షత్రములు క్రమముగా దట్టమగును. హెర్క్యులస్ రాశిలోని M-13 చక్కని గోళాకారపుంజము.

గోళాకారపుంజములనుగూర్చి పేష్లేవిజ్ఞాని యెక్కువగా ననుశీలించెను. ఆయన యవేక్షణలవలన మననక్షత్ర కుటుంబములో రమారమి 93 గోళాకారపుంజము లున్నట్లు విదితమైనది. కాని మరికొన్ని గోళాకారపుంజములందుండుట కవ

కాశములేకపోలేదు. సాధారణముగా నివియున్నియును పాల పుంతయున్న భాగమునగాకదానికి వెలుపలనేయుండును. మన నక్షత్రకుటుంబములో అవియేయెక్కువదూరమందున్న మూర్తులు. మననక్షత్రకుటుంబపు సరిహద్దులందని యున్నవని శాస్త్రజ్ఞులభిప్రాయపడుచున్నారు. ఈ గోళాకారసమూహములలో భూమికి మిక్కిలిదగ్గరగా నున్నది 18,000 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందును, మిక్కిలి దూరముగానున్నది 1,84,000 కాంతి సంవత్సరముల దూరమందును నున్నదని పేన్లేవిజ్ఞాని యూహించెను. ఈపుంజములందలి సిసియోన్పున్ధిక్షయతారలనుబట్టియే వానిదూరములను కనుగొనుటకు వీలుచిక్కినది.

నక్షత్రమేఘములు : నక్షత్రసమూహములలో యుగళ తారలు, బహుళతారలు, తారాపుంజములునుగాక నక్షత్రమేఘములను మరియొకతరగతి మూర్తులుకూడ నున్నవి. తారాపుంజములందు నక్షత్రములు వందలలోనో వేలలోనోయున్నచో నక్షత్రమేఘములందవి కోట్లలో నుండును. మన గెలాక్సీలోని నక్షత్రములు అన్నిదిశలలోను సమానసాంద్రముగా లేవు ; ఒక్కొక్కచోట ఎక్కువదట్టముగను, వేరొకచోట మిక్కిలి పలుచగను అమరి యవి యున్నవి. ఈవిధముగ ఎక్కువదట్టముగనున్న తావులందలి నక్షత్రములు మేఘమును స్ఫురింప జేయును. ఇట్టివానికే నక్షత్రమేఘములని పేరు. సగిటేరియస్ రాశిలో పెద్దనక్షత్ర మేఘమొకటి గలదు. మన గెలాక్టికమండలములోని నక్షత్రములలో ఎక్కువభాగ మిక్కడనే గుమికూడి యున్నవి. ఆకాశములో సూర్యుడున్న భాగముకూడ ఒక నక్షత్రమేఘములోనిదే. దానికి స్థానికనక్షత్రమేఘమని పేరు.

వట్టికంటికి కనపడుచున్న నక్షత్రములలో హెచ్చుభాగము ఈస్థానకనక్షత్రమేఘమునకు చెందియున్నది. పాలపుంత తలమునకు రమారమి 12° ఏటవాలుగా దాని తలముగలను. సుమారు 20,000 కాంతిసంవత్సరముల దూరమునకు వ్యాపించి యును, 7,000 కాంతిసంవత్సరముల మందమును కలిగియును నని యున్నదని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు.

పాలపుంతప్రక్కగా నొకనైపున బహుదూరములో రెండునక్షత్రమేఘము లున్నవి. ఉత్తరాగ్ధగోళము కంటె దక్షిణాగ్ధగోళమునుండి యవేక్షించినపు డివి బాగుగా కనిపించుచు. దక్షిణాగ్ధగోళమందు మేగిలాన్ జలసంఘలున్నతావు నుండి చూచినపుడివి ఇంచుమించు శీర్ష బిందుభాగముగుండ ప్రయాణముచేయుచున్న స్థిగపగుటచేత, వీనికి మేగిలాన్ మేఘములను నామము లేర్పడినవి. వీనిలో పెద్దదానిని బృహస్పేగిలాన్ నక్షత్రమేఘమనియును, చిన్నదానిని అల్పతరమేగిలాన్ నక్షత్రమేఘ మనియును పేర్కొందురు. ఈనక్షత్రమేఘములు పాలపుంతకు చాలదూరమున నొకనైపుననుండుటచేత, నివి మన గెలాక్టికమండలములోనివి కావనియును, అవి ప్రత్యేక గెలాక్టిక మండలములనియును శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు. అల్పతరమేగిలాన్ నక్షత్రమేఘము 98,000 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందును, బృహస్పేగిలాన్ నక్షత్రమేఘము 85,000 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందును నున్నవి. ఈనక్షత్రమేఘముల దూరములను వానియందున్న సిఫిమై వృద్ధిక్షయతారలను బట్టి శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనగలిగిరి.

# గెలాక్సీలు; నెబ్యులాలు

## మన గెలాక్సీ

ఆకాశములో ఇంచుమించు ఉత్తరదక్షిణములుగా వ్యాపించియున్న పాలపుంతనుగూర్చి ప్రస్తావనలో పేర్కొని యుంటిమి; సక్షత్రరాసులను, సక్షత్రసమూహములను గుర్తు పట్టటమేగాను కాని సాహాయ్యమునుకూడ సనేకసందర్భములలో వైకొనియుంటిమి. నిర్మలమైన చీకటిరాత్రులలో ఆకాశము వైపు చూచినయెడల నది మనదృష్టి సధికముగా నాకర్షించు ననుటకు సందేహములేదు. భూ పరిభ్రమణమువలన పాలపుంత లోని భిన్నభాగములు వేర్వేరు ఋతువులలో మనకు ప్రత్యక్ష మగుచుండును.

నక్షత్రానికి జెల్లని తేల్కోమేఘమువలె పాలపుంత ప్రత్యక్ష మగునుగాని, దూరదర్శినితో నవేక్షించినపు డంపు దట్టముగా కిక్కిరిసియున్న కోటానగోల్లనక్షత్రములు మనకు కానవచ్చును. ఆకాశములో ఇతరభాగములందుకూడ సక్షత్రములున్నవి. దూరదర్శినులతో చూచినపుడు, ఆ దూరదర్శినుల అధికీకరణ సామర్థ్యము హెచ్చినకొలదియును ఆవిశాలలో కనిపించు సక్షత్రముల సంఖ్యకూడ అధికమగును. కాని ఎంత అధికీకరణ సామర్థ్యముగల దూరదర్శినితో నవేక్షించినను ఆకాశములో పాలపుంతయున్న ప్రదేశమునందున్నంతసాంద్రముగా మరి యే ప్రదేశమందును సక్షత్రములు కానరావు. దీనినిబట్టి సక్షత్ర

ములు ఆకాశమందంతటను సమానముగావ్యాపించలేవనియును, ఒక తావున మిక్కిలిదట్టముగను, వేరొక తావున ఎక్కువపల్చుగను నవియున్నవనియును మనకు స్పష్టమగును.

ఆకాశములోని యితరభాగములందలి నక్షత్రముల నలెనే పాలపుంతలోని నక్షత్రములకూడ నన్నియు సమాన దీప్తిని కలిగియుండలేదు. ఈప్రత్యక్షావేక్షణాఫలిత సాహాయ్యమున పాలపుంతమందమమితమను నిర్ధారణకు మనము రావచ్చును. అరణ్యమధ్యయం దొక స్థానమునుండి చూచినపుడు దగ్గరగనున్న వృక్షములుపెద్దవిగను, దూరముగ నున్నవి చిన్నవిగను గోచరించును. అరణ్యమందలి వృక్షములన్నియు సమానమైన పొడుపునే కలిగియున్నవని మనము భావించినయెడల అందలివృక్షముల పొడుపులలో వ్యత్యాసము లగపడుటకు కారణము అరణ్యముయొక్క మందమే. అట్లే పాలపుంతలోని నక్షత్రము లన్నింటి యధార్థదీప్తియు సమానమని మన మూహించినయెడల భూమికి దగ్గరగానున్న నక్షత్రము లధిక దీప్తితోను దూరముగానున్న నక్షత్రము లల్పదీప్తితోను కనపడును. కాబట్టి పాలపుంతలోని నక్షత్రముల దృశ్యదీప్తిలో వ్యత్యాసము లుండుటకు కారణము పాలపుంతమంద మధిక మగుటయేయని మనము నిర్ణయింపవచ్చును.

పాలపుంత మందమెంతయో, దాని మందపుదిశగా అందు నక్షత్రము లెంతదట్టముగ వ్యాపించియున్ననో తెలిసికొనుటకు తగినసాధనము దూరదర్శినియే. వట్టికంటితో ఆకాశము నవేక్షించినపుడు కనపడు నక్షత్రములసంఖ్య చాల

తక్కువగానేయుండును. కాని దూరదర్శినితో దాని సవేక్షించిన యెడల అంతకంటె నెక్కువ నక్షత్రములు కనిపించును. దూర దర్శినియొక్క అధికీకరణసామర్థ్యము హెచ్చినకొలదియును, దానితో గగనతలమును చూచినపుడు కనపడు నక్షత్రముల సంఖ్య తదనుగుణముగా హెచ్చును.

దూరదర్శిని సామర్థ్యమునకును, దానితో చూచినపు డగపడు నక్షత్రముల దూరమునకును స్పష్టహితసంబంధ మున్నది. దూరదర్శినియొక్క అధికీకరణసామర్థ్యము హెచ్చిన కొలదియు ఎక్కువదూరములందున్న నక్షత్రములకూడ దానితో చూచినపు డగపడును. ఇక దూరముననున్న నక్షత్రములనవేక్షించుటలో దూరదర్శినుల సామర్థ్యమును హెచ్చించి యేధలితములను బడయుచుండునో ఆ యేధలితములనే దూర దర్శినితో వాని ఛాయాచిత్రములను తీయుటయందు ప్రదర్శన కాలమును హెచ్చించియు బడయవచ్చును. వేర్వేరు అధికీకరణ సామర్థ్యములుగల దూరదర్శినులతో పాలపుంతయున్న ఆకాశ భాగమును వేర్వేరుగా నవేక్షించి అందలి నక్షత్రములను వేర్వేరుగా లెక్కించినను, లేదా హెచ్చు అధికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శినితో క్రమముగా ప్రదర్శనకాలమును హెచ్చించుచు పాలపుంతయున్న ఆకాశభాగపు ఛాయాచిత్రములను వేర్వేరుగా తీసి, వానిలోని నక్షత్రములను లెక్కించినను మనకొక సత్యము వెల్లడియగును. పాలపుంత మందప్రదిశలో, భూమి నుండి పాలపుంతదూరము హెచ్చినకొలదియు మొట్టమొదట కొంతవరకు దానిలోని నక్షత్రముల సాంద్రత క్రమముగా

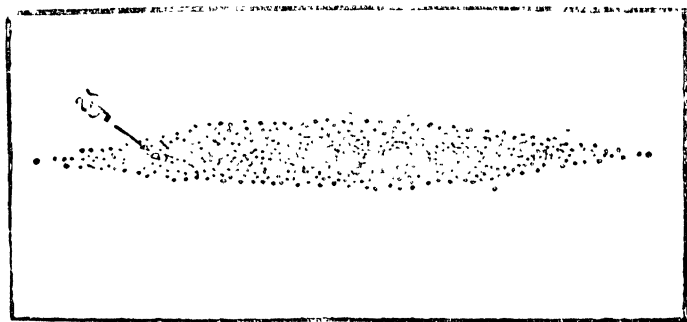


హెచ్చి, అనుచిమ్మట దూరము హెచ్చినకొలదియును దాని లోని నక్షత్రముల సాంద్రత క్రమముగా తగ్గును. దీనిబట్టి మందఃపుషిశా పాలపుంత మధ్యతలభాగమున నక్షత్రముల సాంద్రత చాల హెచ్చనియును, అక్కడినుండి రెండుస్కలకు పోయినకొలదియు వానిసాంద్రత క్రమముగా తగ్గుననియును వ్యక్తమగును. పాలపుంతనుదాటి కొంతదూరము పోయినచో అంతరాళములో ఆపాలపుంతకు సంబంధించిన నక్షత్రములు మరి కానరావు. అక్కడి ప్రదేశము నక్షత్రములు లేక శూన్యమైయుండును. ఈవిధముగా ప్రదేశమహాన్యవమందు నియత అనధులలోనున్న పెద్ద నక్షత్రసమూహములను గెలాక్సీలని పేర్కొందురు. సూర్యును, మనకు కనిపించుచున్న నక్షత్రములునుకూడ పాలపుంత గెలాక్సీకే చెందియున్నవి. పాలపుంత కంటే పెద్దదైన గెలాక్సీలు బ్రహ్మాండమం దనేకములు గలవు. మహాసమద్రములందలి ద్వీపములవలె బ్రహ్మాండ మహాన్యవమం దవి దూరదూరముగా నున్నవి.

**మనగెలాక్సీ ఆకార, పరిమాణములు**

ఆకాశమందు పాలపుంతయున్న భాగములో, పాలపుంత దిశగానున్న నక్షత్రములసంఖ్య భూమినుండి దూరముగా పోయినకొలదియును మొదట హెచ్చి, తరువాత క్రమముగా తగ్గును. కాని యీ పెరుగుదలయును, తగ్గుదలయును చాల మందముగనుండును. ఇక పాలపుంతనువది ప్రక్కగా మన దృష్టిని సారించినచో నక్షత్రములు చాల పలుచగనున్నట్లు గోచరింపగును; భూమినుండి దూరము హెచ్చినకొలదియును

వానిసంఖ్య వేగముగా క్షీణించి చివరకు నక్షత్రములు లేనట్లే  
గోచరించును. మన గెలాక్సీ మధ్యభాగమున దశముగను,



41 వ చిత్రము

గెలాక్సీ ఆకారము. మా - సూర్యుడు.

ప్రక్కలందు పల్చగనునుండి యొక తాండ్రబెత్తు ఆకారము  
చున్నదని యిది మనకు స్ఫురింపజేయును.

ఎట్లయినను మన గెలాక్సీ అడ్డుకొలత దానిమందము  
కంటె చాలతక్కువ యనుటకు సంభేదములేదు.

మన గెలాక్సీ మధ్యతలమున కిరువైపులను లంబదిశలో  
నున్న నక్షత్రముల సాంద్రత మధ్యతలమునుండి దూరముగా  
పోయినకొలదియు సమానముగా క్షీణించుచున్నదని గ్రహించి  
తిమి.మన గెలాక్సీమధ్యతలమున కిరువైపులను నక్షత్రములసంఖ్య  
భూమికి సమానదూరములలో సమానముగా నుండినట్లు వ్యక్త  
మగుటవలన దాని మధ్యతలమందే భూమియున్నదని శాస్త్రజ్ఞు  
లభిప్రాయపడుచున్నారు. కాబట్టి సూర్యుడుకూడ మన గెలాక్సీ  
మధ్యతలమందే యున్నాడని వేరేచెప్పనక్కరలేదు. ఇక

గెలాక్సీ కేంద్రమునుండి సూర్యు డెంతదూరమున నున్నాడో గెలాక్సీలోని నక్షత్రముల సంఖ్యనుబట్టి గ్రహించుట సాధ్యము కాదు. గెలాక్సీ అష్టకొలత దానిమందముకంటె అనేకరెన్ను అధికమగుటచేతను, గెలాక్సీలో ననేకభాగములు కాంతిహీనమైన భాగములచే నాచ్ఛాదితములై యుండుటచేతను, నక్షత్రముల సంఖ్యనుబట్టి యీవిషయమును గ్రహింపజాలకున్నాము. అందుచేత సూర్యుని యొక్కయు, భూమికిసమీపమందున్న యితరనక్షత్రములయొక్కయు యథార్థచలనమునుబట్టి మన మావిషయమును నిర్ణయింపవలెను. ఇట్టి యనుశీలనమువలన మన గెలాక్సీ కేంద్రమునుండి 2/3 వంతుల దూరములో సూర్యు డున్నాడని విచితమైనది.

మన గెలాక్సీ కేంద్రము సగిటేరియస్ రాశిలో పాలపుంతలోని నక్షత్రములు ఎక్కువదట్టముగానున్న తావున నున్నదని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు. భూమితనలోతాను తన అక్షముపై తిరుగుచున్నట్లుగనే మన గెలాక్సీకూడ తన కేంద్రద్వారమున పోవుచున్న అక్షముపై భ్రమించుచున్నది. కాబట్టి భూభ్రమణమువలన భూగోళమందలి వేర్వేరు ప్రదేశములు భిన్నవేగములతో నేరీతిగా సంచరించుచున్నవో ఆరీతిగనే గెలాక్సీభ్రమణమువలన గెలాక్సీలోని వేర్వేరు నక్షత్రములు కూడ భిన్నవేగములతో సంచరించుచున్నవి.

గెలాక్సీలోని నక్షత్రములకు గెలాక్సీభ్రమణముచే నేర్పడిన సంచలనమేగాక స్వీయచలనముకూడ నున్నది. ఈ స్వీయచలన మన్నినక్షత్రములకును సమానముగా లేదు.

వేళ్ళేరు నక్షత్రములు వేళ్ళేరు పరిమాణములును, దిశలును గల చలనములను కలిగియున్నవి. అధికశూన్యస్థితియందున్న పాత్రలోని గాలియణువులవలె గెలాక్సీమండలమును భాండమందు నక్షత్రములున్నవని మనము భావించినచో, భాండములోని గాలియణువు లేరీతిగా చిందరవందరగా తిరుగునో ఆరీతిగనే గెలాక్సీలోని నక్షత్రములుకూడా సంచరించుచున్నవని మన మూహింపవచ్చును. పైని పేర్కొనిన రెండుచలనవేగముల ఫలితమే నక్షత్రముల యధాగచలనవేగము.

మన గెలాక్సీపరిమాణమును నిర్ణయించుట సులభ సాధ్యముగాదు; కాని రెండుమూడుపద్ధతులచే దానిని కను గొనుట కనకాశమున్నది. మన గెలాక్సీలో వేళ్ళేరుభాగములందున్న సిఫీయై న్యుక్లియతారల సాహాయ్యమున, మన గెలాక్సీ అడ్డుకొలత సుమారు లక్ష కాంతిసంవత్సరములని యును, దాని మందము పది, పదునైదువేల కాంతిసంవత్సరములనియును శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ణయించిరి. ఇక మన గెలాక్సీలోనున్న నక్షత్రములసంఖ్యరమారమి 1,00,00,000,00,00,000. ఈనక్షత్రములన్నియును మన గెలాక్సీలో సమానముగా వ్యాపించి యుండలేదు. కొన్నికొన్ని ప్రోగులుగా నవి యేర్పడియున్నవి. వానిలో ప్రతిప్రోగులోనినక్షత్రములును ఒకదానికొకటి చేరువగుండి, తమ సాపేక్షస్థానములకు భంగములేకుండ సంచరించును. ఇట్టిప్రోగులకు నక్షత్రమేఘములని పేరు. ఇట్టివానిలో సూర్యుడు చేరియున్న నక్షత్రమేఘమును స్థానిక నక్షత్రమేఘమని పేర్కొందురు. నక్షత్రములనుగూర్చిన ప్రకరణములో నక్షత్ర

గావచ్చును. కాని దాని ప్రకాశమునకు సరియైన కారణమింత నరకు విశదముకాలేదు.

గ్రహకార నెయ్యిలాలలో కొన్ని అంగుళ్యాకారమున కూడ నుండును. కాని వానిలో హెచ్చుభాగము అండాకారమునే పొందుచున్నవి. నెయ్యిలాలు తమ అక్షములపై భ్రమించుచుండుటచేతనే యిట్లు భ్రమణాక్షరితలో కొంచె మరుమబడి యున్నవని శాస్త్రజ్ఞులు తలంచుచున్నారు. కేంబ్రే, మూర్ శాస్త్రజ్ఞులు తీసిన గ్రహకార నెయ్యిలాల వర్ణమాలలవలనకూడ ఈ నెయ్యిలాలు భ్రమణగతికి లోనై యున్నవని స్పష్టమైనది.

బైరారానిలోని రింగ్ నెయ్యిలా, N. G. C. 1501 మున్నగునవి గ్రహకార నెయ్యిలాలకు ఉదాహరణములు.

నిక్షిప్త నెయ్యిలాలు : ఇవి క్రమమైన ఆకారమును కలిగియున్న సభోమూర్తులుకావు. గెలాక్సీ కమండలమందేగాక బహిర్గెలాక్సీ కమండలమందుకూడ ఇట్టివి కొన్నిగలవు. ఈ నెయ్యిలాలుకూడ తమచెంతనున్న సక్షత్రముల కాంతివలననే బహుశః తేజోవంతములై యుండును. ఈ నెయ్యిలాలకు సమీపమున హెచ్చుదీప్తిమంతమైన సక్షత్రమేనియును ఉండనియెడల అది కాంతిహీనమైనదగును. కాంతిహీనములైన నెయ్యిలాల యునికిని అవి తమ వెనుకభాగమందున్న సభోమూర్తులను మరుగుబరచుటచేతనే తెలిసికొనగలుగుచున్నాము. ఇట్టి కాంతి హీనములైన నెయ్యిలాలు పాలపుంతలో సనేకములున్నవి.

బరయన్ రాశిలోని 'గుర్రపుతల ఆకారముగల నెయ్యాలూ' ఇం దులకు చక్కని యుదాహరణము.

బహుదైలాప్తిక నెయ్యాలాలలోకూడ కాంతిహీనమైన నెయ్యాలూ లనేకములు గలవు. ఏదైన నొక బహుదైలాప్తిక నెయ్యాలూ నవేక్షించినయెడల తాండ్రబెత్తు ఆకారమందున్న దాని మధ్యతలములో కాంతిహీనమైన ప్రదేశము గోచర మగును. బహుదైలాప్తిక నెయ్యాలాలలో మధ్యేతరతలభాగములందు కూడ అనేక కాంతిహీనములైన ప్రదేశములున్నవి. ఈకాంతి హీనమైన ప్రదేశము లన్నియును కాంతిహీనమైన నెయ్యాలూ వలననే కలుగుచున్నవి.

విక్షిప్త నెయ్యాలాలలో కాంతిమంతమైన నెయ్యాలాలను గూర్చి ఆలోచిస్తే యను విజ్ఞాని గావించిన యనుశీలనముల వలన, తమపైబడిన ప్రత్రములకాంతిని పరావర్తనమొనర్చుట వలననే యవి తేజోవంతము లగుచున్నవని స్పష్టమైనది. అందు చేత కాంతిమంతమైన విక్షిప్త నెయ్యాలూ ద్రవ్యములో కొంత భాగమైనను ధూళికణములచే నేర్పడియుండవలెను. ఇక కొన్ని కాంతిమంతమైన విక్షిప్త నెయ్యాలూలు పూర్తిగా వాయురాసుల లక్షణములనే కలిగియున్నవి. ఈవాయురాసులనుండి ప్రసారితమైన కాంతిని అనుశీలించి, నెయ్యాలమ్ అనునొక మూల ద్రవ్యము నవి కలిగియుండెనని ఆవిలో హైజెన్సువిజ్ఞాని భ్రమ పడెను. కాని ఆక్సిజని, నైట్రోజని, నియాన్, ఆర్గాన్, సల్ఫర్ మున్నగు మూలద్రవ్యములే యవి ప్రసరించుచున్నకాంతి నీయ గలవని యిటీవలి శాస్త్రజ్ఞుల పరిశోధనలవలన వ్యక్తమైనది.

ఒరయకారానితోన గ్రేట్ నెబ్యులా కాంతిమంతమైన విక్సిప్త నెబ్యులాల కుదాహరణము.

కాంతిహీనమైన నెబ్యులాలు మిక్కిలి సూక్ష్మమైన ద్రవ్యకణములచే నేర్పడుచున్నవి. అట్టికణములకు తమపైపడిన కాంతిని తమద్వారమున ప్రసరింపకుండ పూర్తిగా నిరోధించు సామర్థ్యముగాని లేదా పరావర్తనమొనరించు సామర్థ్యము గాని లేదు. అట్టికణములు తమపైపడిన ఆ కాంతికిరణములను అన్నివైపులకును పరిక్షేపింపగలవు. మన వాతావరణములోని గాలియణువులు సూర్యకాంతిని పరిక్షేపించుటవలన సూర్యోదయ సూర్యాస్తమయ సమయములలో సూర్యబింబ మెల్లు ఎర్రగా కనిపించునో అట్లే యీ నెబ్యులాలు తమ వెనుకభాగ మందున్న నక్షత్రములకాంతిని హెచ్చుగా పరిక్షేపించుటవలన ఆనక్షత్రములు ఎర్రగా గోచరమగుచున్నవని వ్యక్తమైనది. ఈవిధముగా ఆనక్షత్రముల రంగుతో ఈ నెబ్యులాలు కలుగ జేసిన ఎర్రదనమునుబట్టి గణింపగా ఈ నెబ్యులాలలోని ద్రవ్య కణముల వ్యాసములు అంగుళములలో రమారమి 40 లక్షల వంతు ఉన్నవని స్పష్టమయినది.

బహిర్రెలాక్టిక నెబ్యులాలు

బహిర్రెలాక్టిక నెబ్యులాలు గెలాక్టిక నెబ్యులాలకు పూర్తిగా భిన్నమైనవి. దూరదర్శినితో చూచినపుడు తెల్లని మేఘములవలె గోచరములై నెబ్యులాలను భ్రమనుకలుగ జేయుటచే వాని కాపేరు వచ్చినది గాని గెలాక్టిక నెబ్యులాలవలె

అత్యల్పసాంద్రతగల ద్రవ్యముచే నవి యేర్పడలేదు; మన పాలపుంతవలెనే కొట్లకొలది నక్షత్రములతోకూడి ప్రతి బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యూలాయును నున్నది. అందుచేత వాస్తవముగా నవికూడ మన గెలాక్సీనంటి గెలాక్సీలే. కనుకనే వీనిని 'ప్రదేశమహార్ణవమందలి ద్వీపము' లని శాస్త్రజ్ఞులు పేర్కొనుచుందురు. భూమికవి అత్యధికదూరము దుండుటవలన నెబ్యూలాలవలెమాత్రము గోచరమగుచుండును.

బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యూలాలు గెలాక్టిక నెబ్యూలాలకంటె పరిమాణమందు చాలపెద్దవని వేరే వచింపనక్కర లేదు. అవికూడ మన గెలాక్సీనంటివే కాబట్టి అవియును తాండ్రబెత్తు ఆకారములోనేయుండునని విశ్వసింపవచ్చును. ఇక తాండ్రబెత్తు వలెనున్న యొకమూర్తిని వేర్వేరు దిశలలో చూచినచో, అది వేర్వేరు ఆకారములలో కనిపించును. అట్లే బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యూలాల ఆకారములకూడ, భూమి ననుసరించి అవియున్న దిశనుబట్టి యుండును. అంచులదిశగా వానిని జూచినచో, మధ్యను ఉబ్బెత్తుగానున్న సన్నని ఆకారముగా నవి గోచరించును. ఈ ఆకారముయొక్క మరియొక ముఖ్యలక్షణము అది ఇంచుమించు రెండుగా ఒకనల్లని రేఖచే ఖండింపబడియుండుట. ఆ నల్లనిరేఖ ఆ గెలాక్టికమండలమునకు చెందిన కాంబిఫీనమైన నెబ్యూలావలన కలుగుచున్నది. ఇక బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యూలా యొక్క మధ్యతలము అవేక్షకునకు లంబదిశయందున్నచో ఆ నెబ్యూలా గుండుమించు వర్తులాకారమున గోచరమగును.



ఆనందరభములో దాని కేంద్రభాగమునుండి అభిముఖములలో విస్తరించుకొని సాధారణముగా రెండు బాహువులుకూడ ఆ నెయ్యిలాయందు గోచరమగును. ఆ రెండుబాహువులును ఆ నెయ్యిలాయొక్క కేంద్రభాగము ననుసరించి వంపుతీరిగి యుండును కాబట్టి ఇట్టివాని సన్నిలాకార నెయ్యిలాలని యందురు. కాని సాధారణముగా నెయ్యిలాలు మనకు వీట వాలుగా కనపడుచుండును. అప్పుడది వస్తలాకారముగగాని, దశమైన రేఖాకారముగగాని గోచరముకాదు ; దీర్ఘవృత్తాకారముగ కనపడును. ఏండ్రోమిడా రాశిలోని నెయ్యిలా (M 31) ఇందుకు చక్కని యుదాహరణము.

బహుగైలాప్తిక నెయ్యిలాలను మొట్టమొదట అవేక్షించిన విజ్ఞాని హెర్షల్. 'ప్రదేశమహల్దనమందున్న విశ్వదీపు' లని వానిని పేర్కొనిన శాస్త్రజ్ఞుడుకూడ ఆయనయే. కాని ఆయన కాలములో ఎక్కువ అధికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శినులు లేకపోవుటవలన వానినిగూర్చి విశేషముగా తెలిసికొనుట కవకాశము లేకపోయినది. ఈశతాబ్దములో నూరు అంగుళముల దూరదర్శివంటి అధికఅధికీకరణసామర్థ్యములుగల పరికరములు నిర్మింపబడుటతో వానినిగూర్చి కొంత తెలిసికొనుటకు వీలు చిక్కనది.

బహుగైలాప్తిక నెయ్యిలా లన్నియు మన గెలాక్సీవంటివే యైనను, మనగెలాక్సీకంటె అవి కొంచెము చిన్నవి. బహుగైలాప్తిక నెయ్యిలాలలో ఇంతవరకు ఏండ్రోమిడా రాశిలోని

నెబ్యులాను మాత్రమే శాస్త్రజ్ఞులు బాగుగా ననుశీలించగలిగిరి. దానివ్యాసము రమారమి 65,000 కాంతిసంవత్సరములు. మనగెలాక్సీ అడ్డుకొలత రమారమి 1,00,000 కాంతిసంవత్సరములు.

మనగెలాక్సీవలెనే బహిర్గలాక్టికనెబ్యులాలకూడ తమ తమ కేంద్రములచుట్టును భ్రమించుచున్నవి. సామాన్యముగా నెబ్యులాలభాషుల ప్రత్యేకగావంశములను ఆవిశగావని భ్రమించుచుండును. వర్ణమాలాపరిశోధనలవలన బహిర్గలాక్టికనెబ్యులాల భ్రమణవేగములనుకూడ శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనగలిగిరి. బహిర్గలాక్టికనెబ్యులాలలోని సిఫీయై వ్యక్తిగతతారలనుబట్టి ఆనెబ్యులాలదూరములను కనుగొనుటకు వీలున్నది. ఈవిధముగా గావించిన పరిశోధనలవలన మన కతిసమీపముననున్న M 33 అను నెబ్యులా 8,50,000 కాంతిసంవత్సరములదూరమందున్నదని వ్యక్తమైనది. ఏండ్రొమిడారాశిలోని గ్రేట్ నెబ్యులాదూరము 9,00,000 కాంతిసంవత్సరములు.

సక్షత్రవర్ణమాలలను దీసి సక్షత్రములనుగూర్చి తెలిసికొన్నట్లుగనే బహిర్గలాక్టికనెబ్యులాల వర్ణమాలలను తీసి వానిని గూర్చియు తెలిసికొనవచ్చును. ఈవర్ణమాలల అనుశీలనమువలన మనగెలాక్సీ రచనకును, బహిర్గలాక్టికనెబ్యులాల రచనకును పలువిషయములలో పోలికయున్నదని తెల్లమైనది. కాని మనగెలాక్సీ యేర్పడినతరువాతనే ఆగెలాక్సీలేర్పడినవని ఆవర్ణమాలలు స్పష్టపరచుచున్నవి.

బహిరైలాత్రిక నెబ్బులాల లక్షణములనుగూర్చి తెలిసి  
 కొనుటయేగాక బ్రహ్మాండములో మొత్తమెన్ని నెబ్బులా  
 లున్నవో, అవియెట్లు వ్యాప్తమైయున్నవోకూడ గ్రహించుటకు  
 హుల్ విజ్ఞాని స్రయశ్చించెను. మనపాలపుంతయందు కాంతి  
 హీనమైన నెబ్బులాలున్న ప్రదేశములలో బహిరైలాత్రిక నెబ్బు  
 లాలు గోచరము కాకపోయినను, అక్కడకూడ నిట్టి నెబ్బులా  
 లుండునని మనము భావించినయెడల, నూరుఅంగుళముల  
 దూరదర్శినితో చూడగలిగిన 50,00,00,000 కాంతిసంవత్సర  
 ముల దూరమందున్న ప్రదేశములోను మొత్తము 10,00,00,000  
 నెబ్బులాలుండునని ఆయన అంచనా వేసెను. 200 అంగుళ  
 ముల దూరదర్శినితో అవేక్షించినపుడు బ్రహ్మాండములో మన  
 దృష్టి ప్రసరింపగలదూరము ఇంకను అధికమగునుకాబట్టి  
 అప్పుడు గోచరమగు బహిరైలాత్రిక నెబ్బులాల సంఖ్యకూడ తదను  
 గుణముగా వృద్ధిచెందును !!



## ఉ ప స ం హో ర ము.

వినువీధిని సంచరించి, నభోమూర్తులతో కొంతవరకు పరిచయమును కలుగజేసికొంటిమి. నభోమూర్తులకు సంబంధించిన ఖగోళశాస్త్రమునకు భూవాతావరణఫితినిగూర్చి వివరించు వాతావరణఫితిశాస్త్రముతోను, మన కాధారభూతమగు భూమినిగూర్చి చర్చించు భూతత్వశాస్త్రముతోను, తుదకు ద్రవ్యస్వభావమునుగూర్చి ప్రస్తావించు భౌతిక శాస్త్రములతోను కూడ సన్నిహితసంబంధమున్నది. భౌతిక శాస్త్రాదులు మానవుని పరిసరములకే చెందినవగుటవలన సులభగ్రాహ్యములై యున్నప్పటికిని మనుష్యానుభవమునకు చాలదూరముననున్న ఖగోళవిజ్ఞానము తదితర శాఖావిజ్ఞానములకంటె చాలముందుగనే నిశ్చితజ్ఞానముగా పరిణమించినది. ఇట్లాశ్చర్యమును గొలుపు ఖగోళశాస్త్రాభివృద్ధికి కారణములు లేకపోలేదు. అందు మొదటి కారణము ఖగోళవిజ్ఞానవిషయములు మానవునికి దుర్గమములగుటయే. ఆదిమమానవుడు అంతవరకు తన జీవితమును శాసించుచుండెడి సహజప్రవృత్తిని ఆవలబెట్టి తన బుద్ధిలో ఆలోచనకు తావిచ్చినప్పటినుండియును తన్ను పరివేష్టించియున్న పరిసరములకంటె దూరముననున్న వినువీధియే ఆతని నెక్కువగా నాకర్షించెను. పరిసరములతో నాతనికున్న యధికపరిచయ మొకప్పుడవజ్ఞగాకూడ మారినదని చెప్పవచ్చును. ఇక తనబుద్ధికందని యనంతాకాశము, అందలి భాసురమూర్తులు ఆతని జిజ్ఞాసను రేపినవి. తన జీవితమందు సంకటపరిస్థితుల వాతపడినపుడెల్ల నాతడు తన్నుద్ధరించు దేవతలకొర కాకసమువైచే యాశాదృక్కులతో చూచువాడు.

అందుచే వినువీధి యాతనిబుద్ధి కొక పెద్దసమస్యగా కన్పట్టి, సమాధానకల్పన కాతనిని పురిగొల్పినది.

ఇక రెండవకారణము. ఆలోచనానిమగ్న మగు మను జునిబుద్ధికి శాస్త్రనియమ స్వభావమును మోట్టమొదట తెల్లము చేసినవి సభోమూర్తుల సంచలనములు. నాటినుండి నేటివరకును వినువీధి యవేక్షకులకును, అనుశీలురకును అనంతశాస్త్రీయపరీక్షల కాలవాలమై యున్నది. ఈదృశ్య గగనసరీక్షకై ట్రేత గణితము మొదట నిర్మించబడినది; ప్రారంభదశలో ఖగోళ శాస్త్రావగాహమునకు వృత్త, గోళముల ట్రేతగణితము చాలి యున్నను క్రమముగా ఖగోళవిజ్ఞానానుశీలనమునకు క్లిష్టతర రూపముల ట్రేతగణితము, గతిశాస్త్రము, ద్రవ్యముల పరస్పర ప్రభావానుశీలనము, తుదకు సాపేక్షవాదము మున్నగు గణితసిద్ధాంతములు కావలసివచ్చినవి.

అన్నిటికంటెను విచిత్రవిషయమేమనిన ప్రయోగమునకు దురధిగమ్యమగు ఖగోళశాస్త్రము భౌతికశాస్త్రసిద్ధాంతములను సమర్థించుట కనువగు పరిస్థితులుగల ప్రయోగశాలలను సభోమూర్తులందు సమకూర్చుట.

వేటొకదృష్టితో చూచినయెడల ఖగోళశాస్త్రమునకును తక్కినశాస్త్రశాఖలకును ఏర్పడిన సన్నిహితసంబంధము వాని పరస్పరలాభమునకు కారణభూతమైనదని చెప్పవచ్చును. తక్కిన శాస్త్రశాఖల విజృంభణముతోగూడ ఖగోళవిజ్ఞాన మభివృద్ధి చెందినది. ఇప్పటికికూడ నదియే పరిస్థితి. మాటవరుసకు ఖగోళశాస్త్రేతర శాఖలలో ఛాయాచిత్రములను తీయుట యందు నెలకొల్పబడిన యభివృద్ధి, లేదా ఫోటోఎల్క్రిక్ సెల్,

రేడియో మున్నగువానియందు సంపాదితమైన యభివృద్ధి  
ఖగోళశాస్త్రవిజ్ఞానభణమున కవకాశమిచ్చినది.

ఖగోళశాస్త్రాభివృద్ధి కీనాడు గణితశాస్త్రముకంటె  
భౌతికశాస్త్రమే యెక్కువ ఆవశ్యకమేమో !

భూతలమందలి ప్రయోగశాలలో తా నార్జించినజ్ఞాన  
మును వినువీధియందలి మూర్ఖుల కన్వయింపజేసి వాని మర్క  
ముల నవగతమొనర్చుకొనిన విజ్ఞాని తన ప్రతిభావిశేషములకు  
తానే యొకప్పుడు మురిసి సృష్టికి తానే శిరోమణియను అహం  
భావమునకు గురికావచ్చును. కాని వెంటనే ఊహితము  
లగు నభోమూర్ఖుల పరిమాణములు, వాని అంతరాళపరిమాణ  
ములు, అవి పాటించు నత్యద్భుత నియమముల పర్యాలోచనలో  
తాను సృష్టికి శిరోమణి యను భావము రూపుమాసి తన  
యల్పతయు, విశ్వస్రష్టయొక్క నిరవధికశక్తియు మనస్సును  
ఆవర్జించి, యాతని మహానందసౌధము నధిష్ఠింపజేయును.

విశ్వము విశ్వమయుని కావ్యము. జ్యోతిర్మాత్రు లా కా  
వ్యమందలి యుజ్జ్వలాక్షరపంక్తులు. లౌకిక కావ్య పర్యాలో  
చనయందు గలుగు నానందము బ్రహ్మానందమునకు సజాతీయ  
మని యొప్పుకొన్నచో విశ్వకావ్యానుశీలనమువలన కలుగు  
నానందము బ్రహ్మానందమే యనుట కభ్యంతర మేమియు లేదు.  
దీనితత్త్వము సంశయ విపర్యయరహితముగా మానవుని మన  
స్సునకు హత్తుకొనిననాడే ప్రపంచమున శాంతి నెలకొనును.

# అనుబంధము I

## కాలము

రెండుసంఘటనల నడిమివ్యవధికి కాలమని పేరు. మానవు డతిప్రాచీనకాలమునుండియు సూర్యుని బట్టియే కాలమును కొలుచుచుండెను. భూమి తనలో తాను తిరుగుచు సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్నది గదా. భూభ్రమణమువలన సూర్యునికి ఉదయాస్తమయములు సంభవించుచున్నవి. సూర్యోదయమునుండి సూర్యోదయమువరకును గల వ్యవధిని దినమని యును, సూర్యోదయముతోనే దినప్రారంభ మగుననియును ప్రాచీనభారతీయులు వ్యవహరించిరి. ఈనాడుకూడ హిందూ పంచాంగకర్త లారీతిగనే దినమును గణింతురు. కాని పాశ్చాత్యులు దినము నారీతిగా గణింపలేదు. సూర్యుడు యామ్యోత్తర రేఖపై ఊర్ధ్వసంక్రమణమందు వరుసగా రెండుమారులు ప్రత్యక్షమగుటకుగల కాలవ్యవధిని దినముగా గణించి, సూర్యుడు ఊర్ధ్వసంక్రమణమందున్నప్పుడే దినప్రారంభముగా నెన్నుకొనిరి. సూర్యుడు ఊర్ధ్వసంక్రమణమందు మిట్టిమధ్యాహ్న సమయమున నుండును కదా. అప్పుడు మానవుడు తన దైనికకార్యకలాపములను చురుకుగ సాగించుకొనుచుండును. అట్టిసమయముతో దినము మారుటవలన ననేకమైన యిబ్బందులుండుట సహజము. అందుచే సూర్యుడు యామ్యోత్తర రేఖపై నిమ్నసంక్రమణమందు వరుసగా రెండుమారులు ప్రత్యక్షమగుటకుగల కాలవ్యవధిని దినముగా గణించి, సూర్యుడు యామ్యోత్తర రేఖమీద నిమ్నసంక్రమణమందున్నప్పుడే దినము

ప్రారంభమగునని 1925 వ సంవత్సరములో నేర్పాటుచేసికొనిరి. సూర్యుడు యామ్యోత్తరరేఖపై నిమ్నసంక్రమణమందు అర్ధరాత్రిసమయమున నుండును. అందుచే నట్టిసమయమున దినము ప్రారంభమైన నెట్టియిబ్బందియు నుండదు. 1 దినము 24 గంటలకును, 1 గంట 60 నిమిషములకును, 1 నిమిషము 60 సెకనులకును సమానము. సూర్యుడు 24 గంటలకాలములో 360 అంశలదూరమును, 1 గంటకాలములో 15 అంశలదూరమును,.....ప్రయాణముచేయును. కాన సూర్యుడు యామ్యోత్తరరేఖపై నిమ్నసంక్రమణమందున్న పుడుకాలము 0 గంటలును, ఊర్ధ్వసంక్రమణమందున్న పుడు 12 గంటలు నగును. అట్లే సూర్యుడు శీర్ష బిందువునకు 15° తూర్పుననున్న అనగా 165° హోరావృత్తమందున్న 11 గంటలును, శీర్ష బిందువునకు 15° పశ్చిమముననున్న అనగా 195° హోరావృత్తమందున్న 13 గంటలును,.....అగును. ఈవిధముగా నొక ప్రదేశమందు సూర్యుడేహోరావృత్తమందున్నాడో గ్రహించుట వలన ఆప్రదేశమందలి కాలమును కనుగొనవచ్చును.

పైరీతిగా సూర్యుని దృశ్యసంచలనమునుబట్టి గణించిన కాలమునకు దృశ్యసౌరకాలమని పేరు.

దృశ్యసౌరకాలము సులభముగా గణించుటకు వీలున్నదే; కాని అందొక లోపమున్నది. మిక్కిలి సుగ్రహములగు గణియారముల సాహాయ్యమున దినములపరిమాణములను వరుసగా కొన్ని దినములు పరిశీలించినచో అవి యన్నియు సమానముగా లేవని మనకు వ్యక్తమగును. ఈవిధముగా దిన



ములపరిమాణములో సంభవించుచున్న వ్యత్యాసములవలన గడియారములు మున్నగు పరికరములను తయారుచేయుటలో ఇబ్బంది కలుగును. దీనిని తొలగించుటకై 'మాధ్యమసౌర కాలము'ను శాస్త్రజ్ఞులు ప్రవేశపెట్టిరి. ఒక సంవత్సరమందలి దినములయొక్క సరాసరిపరిమాణమే ఈ కాలమానములో దినముయొక్క పరిమాణమగును. దీనికి 'మాధ్యమసౌర దినమ'ని పేరు. దృశ్యసౌర కాలమందున్నట్లుగనే మాధ్యమ సౌర కాలమందుకూడ దినమునకు 24 గంటలు, గంటకు 60 నిమిషములు, నిమిషమునకు 60 సెకనులు నుండును. మన నిత్యజీవితములో నేడు వాడుకయందున్నది మాధ్యమ సౌర కాలమే.

మాధ్యమసౌరకాలము నిత్యజీవితవ్యవహారమున కుపయుక్తముగనే యుండును గాని ఖగోళశాస్త్రమందది యుపయోగకరముగ నుండదు. ఏ సూర్యుని సాహాయ్యమున నీ కాల మేర్పరుచబడినదో యా సూర్యుడు సక్షత్రములనుబట్టి ప్రతిదినము తూర్పుదెసగా జరుగుటయే అందుకు కారణము. కాగా సక్షత్రకాలమని మరియొక దానిని ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులేర్పరుచుకొనవలసివచ్చినది. సక్షత్రములనుబట్టి భూమి యొక భ్రమణమును చేయుటకు పట్టెడికాలమును 'సక్షత్రదినమ'ని యీపద్ధత్యందు పేర్కొందురు. యామ్యోత్తరవృత్తముమీదికి మేషాదిబిందువు వచ్చుటతో నొకప్రదేశమున సక్షత్రదినము ప్రారంభమగును. యామ్యోత్తరవృత్తమునుదాటి మేషాది బిందువు 15° పశ్చిమముగా సంచరించినపుడు 1 గంటయును,

30° పశ్చిమముగా సంచరించినపుడు 2 గంటలును, ...సక్షత్రకాల మగును. సౌరకాలమును విభజించినట్లుగనే సక్షత్రకాలమునుకూడ గంటలు, నిమిషములు, సెకనులుగా విభజింతురు.

సక్షత్రకాలమునకంటె మాధ్యమసౌరకాలములో దినము యొక్క పరిమాణము కొంచెము ఎక్కువ. సూర్యునిచుట్టు భూమి పరిభ్రమించుచుండుటవలన, సక్షత్రములనుబట్టి సూర్యుడు తూర్పుదిశగా సంచరించుచున్నట్లు కనపడును. తత్ఫలితముగా నొకసంవత్సరకాలములోనున్న మాధ్యమసౌర దినములకంటె సక్షత్రదినములసంఖ్య 'ఒకటి' హెచ్చుగా నుండును. అనగా సెప్టెంబరు 21 వ తేదీని మాధ్యమసౌరకాలమును చూపించుగడియారమును, సక్షత్రకాలమును చూపించు గడియారమునుకూడ సమముగా ఒకేకాలమును చూపించునట్లు పెట్టినయెడల, అంతటనుండి ప్రతిదినమును రమారమి నాలుగేసి నిమిషముల చొప్పున మాధ్యమసౌరకాలమును చూపించు గడియారమునుబట్టి సక్షత్రకాలమును చూపించు గడియారము వెనుక ఉండును.



సూర్యకుటుంబము

సభా మూర్తి నామము	(ప్రారంభించిన) రైతుల సంఖ్య	అంతరిక్షంలోని	ఇన్‌క్యూబేటర్లు	ఆదాయం	అవకాశాలు	అవకాశాల వివరాలు
సూర్యుడు	...	...	...	8,65,330	...	25.33 డి
బుధుడు	360	87.9 డి.	.206	7 0 3,118	0.037	83 "
శుక్రుడు	672	224.7 "	.007	3 24 7,705	0.816	" ?
భూమి	930	365.3 "	.017	0 0 7,917	1.000	23% 53%
కుజుడు	1,415	1.88 సంచ.	.093	1 51 4,217	0.103	24% 37%
అస్టిరాయిదులు (నీకిస్)	2,571	4.60 "	.076	10 37 430	...	...
గురుడు	4,833	11.86 "	.043	1 18 85,700	31.59	9% 50%
శని	8,861	29.46 "	.056	2 29 71,500	94.9	10% 14%
యురేనస్	17,830	84.02 "	.047	0 46 31,700	14.63	10% 8 %
నెప్ట్యూన్	27,930	164.79 "	.009	1 47 33,100	17.16	15% 3 %
ప్లూటో	36,710	248.43 "	.249	17 9 4000 ?	1.0?	? + 15

ప టి క II

(గ్రామము వేరు)	ఉపగ్రామము వేరు	ఆవేక్షణ కాలము	గ్రామమునుండి సహస్రములకు (మైళ్ళలో)	పరిశ్రమల కాలము చి. గం. ని.	వాగ్దానము (మైళ్ళలో)	జులై 1951
1	2	3	4	5	6	7
భూమి నిర్మాణము	చంద్రుడు	—	2,38, 857	27.7.48	2160	-12
"	చంద్రుడు	1877	5, 826	0.7.39	10	+12
"	చంద్రుడు	1877	14, 580	1.6.18	5	13
గ్రామము	చంద్రుడు	1892	1,12, 600	0.11.57	100	13
"	చంద్రుడు	1610	2,61, 800	1.18.20	2,300	5
"	చంద్రుడు	1610	4,61, 600	3.13.14	2,000	6
"	చంద్రుడు	1610	6,64, 200	7.3.43	3,200	5
"	చంద్రుడు	1610	11,69, 000	16.16.32	3,200	6
"	చంద్రుడు	1904	71,14, 000	250.16.0	100 ?	14
"	చంద్రుడు	1905	72,92, 000	260.1.0	40 ?	16
"	చంద్రుడు	1938	73,40, 000	234		18
"	చంద్రుడు	1938	1,42,00, 000	692		18
"	చంద్రుడు	1908	1,48,00, 000	739	40 ?	16
"	చంద్రుడు	1914	1,50,00, 000	750	20 ?	17
"	చంద్రుడు	1951	?	?	?	?

1	2	3	4	5	6	7
శని	మైసూరు	1789	1,15,000	0-22-37	300 ?	12
"	ఎక్స్-సిటీజన్	1789	1,48,000	1-8-53	400 ?	12
"	కీర్తిస్	1684	1,83,000	1-21-18	600 ?	11
"	హయ్యూ	1684	2,34,000	2-17-41	600 ?	11
"	కీయా	1672	3,27,000	4-12-25	900	10
"	కైక్యా	1655	7,59,000	15-22-41	2900	8
"	మైసూరు	1848	9,20,000	21-6-38	300 ?	13
"	అయ్యూ	1671	22,10,000	79-7-56	?	11
"	ఫాయ్	1898	80,34,000	550	200 ?	14
తరులేనన్	మిలం	1948	81,000	1-9-56	?	17
"	నయత్	1851	1,19,000	2-12-29	600 ?	15
"	అంబ్రియత్	1851	1,66,000	4-3-28	400 ?	16
"	మైసూరు	1787	2,72,000	8-16-56	1000 ?	14
"	బుడెహ్	1787	3,64,000	13-11-7	900 ?	14
నెల్సన్	మైసూరు	1846	2,20,000	5-21-3	2800 ?	13
"	నెల్సన్	1949	?	మైసూరు	200 ?	19

# అధికదృశ్యదీ పిగల నక్షత్రములు

నక్షత్రనామము	నక్షత్రరాశి	పొందు నామము	దృశ్య పరిమాణము	పూర్వము	దూరము కాంతిసం
నీరవయన్	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	మృగపూర్వము	-1.58	నీలి	8.6
కెనోఫస్	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	ఆగస్త్యము	-0.86	లేతపసుపు	?
రిల్లా పెంటార్	ఆల్ఫా పెంటార్	విశ్రాంతి	+0.06	పసుపు	4.3
వేగా	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	ఆగస్త్యము	0.14	లేతనీలి	26
రెనెలా	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	విశ్రాంతి	0.21	పసుపు	52
ఆర్ క్యూర్	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	మృగపూర్వము	0.24	నారింజ-పసుపు	41
హెనెయా	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	మృగపూర్వము	0.31	లేతనీలి	500
హెనెయా	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	మృగపూర్వము	0.43	లేతపసుపు	10.5
ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	మృగపూర్వము	0.60	నీలి	70
ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	మృగపూర్వము	0.86	నీలి	300
ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	మృగపూర్వము	0.89	లేతపసుపు	16
ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	మృగపూర్వము	0.92	ఎరుపు	200
ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	మృగపూర్వము	1.06	నారింజ	57
ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	మృగపూర్వము	1.21	పసుపు	32
ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	మృగపూర్వము	1.21	నీలి	230
ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	మృగపూర్వము	1.22	ఎరుపు	380
ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	మృగపూర్వము	1.29	తెలుపు	24
ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	మృగపూర్వము	1.33	తెలుపు	600?
ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	ఆల్ఫా కేసెస్ పెన్సిల్వేనియా	మృగపూర్వము	1.34	లేతనీలి	56.

## కోన్ని ముఖ్యనక్షత్రరాసుల హిందూనామములు

ఏండ్రోమిడా - దేవయాని

ఏక్విలా - గరుడరాశి

ఆరిగా - సారథి

బూటెస్ - భూతేసుడు

కేసియోపియా - శక్తిప్ర

సెఫియస్ - వృషపర్వ

పైగ్నస్ - రాజహంస

డ్రేకో - అజగము

లాస్ట్ - సగటు

లైరా - వీణారాశి

పెగాసస్ - ఉచ్చైశ్రవరాశి

సర్పెన్స్ - భుజగరాశి

అర్నామెనర్ - శింశుపూరు

ఎల్ఫెరియస్ - కుంభము

ఏరిజ్ - మేషము

కెన్సర్ - కర్కటకము

కేప్రికార్నస్ - మకరము

జెమినై - మిథునము

లియో - సింహము

లైట్రా - తుల

సిస్టీజ్ - మీనము

సగ్జేరియస్ - ధనుస్సు

స్కార్పియస్ - వృశ్చికము

టారిస్ - వృషభము

వర్గో - కన్య

సెంటారిస్ - కన్నెరి

సీటస్ - తిమింగలరాశి

ఎరిడనస్ - వైతిరణి

హైడ్రా - వాసుకి

ఒరియన్ - మృగశ్యాధుడు

బిగ్ డిప్పర్, స్టా - సప్తర్షిమండలము

స్లియడెల్ - కృత్తిక; పుల్లలలోడి



## పారిభాషిత పదకోశము

**అదీకీకరణసామర్థ్యము :** శాస్త్రీయపరికరముతో చూచినపు డగపడు వస్తువుయొక్క పరిమాణమునకును, వట్టికంటితో చూచినపు డగపడు దాని పరిమాణమునకును గల నిష్పత్తి ఆపరికరముయొక్క అధీకీకరణ సామర్థ్యము.

**అపాయనము :** ఒకనభోమూర్తి స్థానమునందు ఆ నభోమూర్తి నుండి కాంతి యేదిశలో మనలను చేరుచున్నట్లు గోచరించుచున్నదో ఆదిశగా భూమి సంచరించుటవలన కన్పట్టు స్థానభ్రష్టత్వము.

**అయస్కాంతక్షేత్రము :** ఒక అయస్కాంతముయొక్క ప్రభావము వ్యాప్తమైయున్న ప్రదేశము.

**ఆల్బెడో :** కాంతినిగోధకవస్తువు పరావర్తనమొనర్చు కాంతి పరిమాణమునకును, దానిపై పతనమైన మొత్తము కాంతిపరిమాణమునకునుగల నిష్పత్తి.

**కాంతిసంవత్సరము :** మూడువందల మిలియనులకున్న ఒక వినియోగపడు ఏకాంకము. దీనినిబయట కాంతి ఒక సంవత్సరములో ప్రయాణము చేయు దూరమునకు ( $5.88 \times 10^{12}$  మైళ్ళు) సమానము.

**డెక్లినేషన్ :** నభోమధ్యరేఖనుండి ఉత్తర దక్షిణములుగా నభోమూర్తికిగల కోణీయదూరము.

**పరిభ్రమణము :** ఒకమూర్తి మరియొకమూర్తిచుట్టు తిరుగుట.

**పాతములు :** రెండుకక్ష్యలు పరస్పరము ఖండించుకొనుచుందువులు. భూ, చంద్రకక్ష్యలు పరస్పరము ఖండించుకొనుచుందువులను ఉచ్చపాతము లేక రాహువు, నీచపాతము లేక కేతువు అని వేర్కొందురు.

**ఫ్లోక్యులి :** ముఖ్యముగా కాల్షియమ్ కాంతిలో తీసిన సూర్యుని ఛాయాచిత్రములందు కనపడు విస్ఫులింగములకు హేల్ శాస్త్రజ్ఞుడొసగిన ప్రత్యేకనామము.

**విస్ఫులింగములు :** దీప్త్యావరణమందు సామాన్యముగా సూర్యాంకముల దాపుననే ప్రత్యక్షమగు దీప్తిమంతమైన ప్రదేశములు. సూర్యుని దీప్త్యావరణమందు సూర్యాంకములులేని తావులలోకూడ నివి యుండుట కలదు.



## పారిధాసికశబ్దావళి

అపాయనము Aberration	,, భౌమ్య (పార్థివ) terrestrial ,,
అయనచలనము Precession of the equinoxes	గ్రహక్రాంతి Transit of planet
అవేక్షించు Observe	చాతుష్పయగళములు Optical doubles
అనుమానికముగా Inferentially	జంటతారలు Binary
ఆవర్తధూమకేతువు Periodic comet	దక్షిణేష్వర (అవసరి) Declination
ఆవృత్తము, ఆవృత్తి Cycle	తారాపుంజము Star cluster
ఉచ్ఛపాతము (గ్రాహువు) Ascending node	కులాదిదిందువు First point of libra
ఉత్సుటమల్కావాదము Explosive meteoric theory	దీప్త్యవరణము Photosphere
ఉల్కలు Meteors	దీప్తి Luminosity
ఉల్కాపాతము Meteoric shower	నభోమూర్తులు Heavenly bodies
ఋణగతి Direct motion	నక్షత్రకాలము Siderial time
ఏకాంకము Unit	నక్షత్ర మేఘము Star cloud
కటకాయనము Summer solstice	నక్షత్రరాసులు, పరిధ్రువ Constellations, Circumpolar
కుండలి Ring	పరిభ్రమణము Revolution
కోమా Coma	పరిమాణము Magnitude
క్రాంతివృత్తము Ecliptic	,, ఛాయాచిత్ర Photographic ,,
క్రాంతివృత్తమండలము Zodaic	,, దృశ్య Apparent ,,
ఖండచ్ఛాయ Penumbra	,, యథార్థ Absolute ,,
గర్భము Core	పరివర్తక స్తరము Reversing layer
గర్తము Crator	పాతము Node
గోళాకారపుంజము Globular cluster	పాదబిందువు Nadir
గ్రహములు, అంతర్ inferior planets	పాదస్థము Quadrature
,, బాహ్య superior ,,	పూర్ణచ్ఛాయ Umbra
	పేర్ సెక్ Parsec
	ప్రధానక్రేణితారలు Main sequence stars

ప్లోక్యులి Floculli  
 ప్రేషము Pressure  
 బహుళతారలు Multiple stars  
 బృహత్తారలు, }  
 బృహదారణతారలు } Red giants  
 భూరశ్మి Earth's shine  
 భౌతిక యుగళములు Physical  
 doubles  
 భౌమ్యరేఖలు Telluric lines  
 భ్రమణము Rotation  
 మకరాయనము Winter solstice  
 మకుటము Corona  
 మహాబృహత్తారలు Super giants  
 మేషాదిబిందువు First point of  
 aries  
 యామ్యోతరవృత్తము Celestial  
 meridian or meridian  
 యుగళతారలు Binary stars or  
 double stars  
 ,, గ్రాహి Eclipsing binaries  
 యుగళము, వర్ణమాలా  
 Spectroscopic binary  
 యుతి, యోగము Conjunction  
 యోగము, అంతర inferior ,,  
 ,, న్యూన ,, ,,  
 ,, బాహ్య superior ,,  
 రస్సెల్ చిత్రము Russel diagram  
 రేడియంట్ Radiant  
 రైట్ ఎస్సెన్షియల్ Right ascension  
 లంబనము Parallax  
 నక్షగతి Retrograde motion

వర్ణమాలా Colour index  
 వర్ణావరణము Chromosphere  
 వికేంద్రత Eccentricity  
 వివృతపుంజము Open cluster  
 విషువస్థలు Equinoxes  
 విస్ఫులింగములు Faculae  
 వృద్ధిక్షయతారలు Variables  
 ,, ఆవర్తి periodic ,,  
 ,, అనావర్తి (ఆవర్తరహిత) non periodic ,,  
 ,, క్రమరహిత irregular ,,  
 ,, గ్రాహి eclipsing ,,  
 ,, దీర్ఘవ్యవధి long period ,,  
 ,, సిఫెయి cepheid ,,  
 ,, పురాణ classical ,,  
 ,, సమూహ cluster ,,  
 మేఘముక్క Morning star  
 మైకల్యము Perturbation  
 పీఠ బిందువు Zenith  
 శ్వేతిహమనతారలు White  
 dwarfs  
 షడ్భాంతరము Opposition  
 సంభ్యాతార Evening star  
 సూర్యాంకములు Sun spots  
 సౌరకాలము Solar time  
 సౌరజ్వాలలు Prominences  
 స్థంభము Stationary  
 స్పందనస్థిద్ధాంతము Pulsation  
 . theory  
 హోరావృత్తము Hour circle

## సూచిక

అంకాలు పుటలను, స్ఫుటముగనున్న అంకాలు విషయము పేజీలముగా చర్చింపబడిన వరుసపుటలలో తొలిపుటలను సూచించును.

అంగుళ్యాకారపు నెబ్యులా 90, 306  
 అంతర్గ్రహములు 113, 115, 174  
 అతిచారము 102  
 అపాయనము 37, 39  
 అయశచలనము 54, 70  
 అరుంధతీ 83, 250, 252  
 ఆర్సామేజర్ 80, 82, 85, 86  
 ఆర్సామైనర్ 80, 85  
 ఆశ్వినీ 79, 162  
 అక్షాంశము 15, 19  
 ఆంటారెస్ 92, 267, 272  
 ఆఫెర్ నార్ 100  
 ఆగ్నేయఉల్కాపాతము 237  
 ఆక్ట్యుగెస్ 91  
 ఆరిగా 80, 96, 97  
 ఆల్ఫా 88, 285, 290  
 ఆల్ఫైయిర్ 89, 90, 251  
 ఆల్డిదెరా 73, 94, 245, 250  
 ఆల్ఫా ఆర్సామైనోరిస్ 58, 59  
 ఆల్ఫా కేసిస్ మెజోరిస్ 73  
 ఆల్ఫాటా 73  
 ఆల్ఫలైరె 73  
 ఆల్ఫాసెంటారి 99  
 ఆల్మాక్ 87  
 ఆస్టిరాయిడులు 5, 108, 160, 192  
 ఉచ్చపాతము 167

ఉత్తరధ్రువమూరము 67  
 ఉత్తరబిందువు 65  
 ఉత్సన్నుటమూర్కావాదము 172  
 ఉష్ణగ్రహములు 3, 6, 106, 160  
 ఉల్కలు 3, 6, 106, 172, 232  
 ఉల్కాపాతము 231, 234  
 బుధగతి 102, 103  
 బుధువులు 52  
 ఎన్స్ట్రోయిస్ 58, 92, 94  
 ఎరడికెస్ 100  
 ఏండ్రమెడా 80, 87, 89, 92  
 ఏండ్రమిషన్ 237, 238  
 ఏశ్వరా 80, 90  
 ఏకీజ్ 58, 92  
 ఒఫియూరిస్ 80, 98, 280  
 ఒనియక్ 81, 94, 243  
 కటకాయనము 66  
 కాంతినవత్సరము 260  
 కాసియోపియా 80, 86, 89  
 కజాడు 5, 108, 186  
 ,, ఉష్ణగ్రహములు 192  
 ,, కీప్తి 187  
 ,, భౌతికలక్షణములు 188  
 కెనోపస్ 100, 118  
 కేశువు 167  
 కేపెల్లా 88, 97

శ్చేష్టర్ 96, 202  
 కోర్ నాబోరియాలిస్ 92  
 కోమా 226  
 కోమా యెర్నె సెన్ 243  
 క్రాంతివృత్తిము 52, 57, 65, 78  
 గామాసిస్టెన్ 59  
 గురుడు 5, 108, 201  
 ,, ఉపగ్రహములు 205  
 ,, కక్ష్య 201  
 ,, దీప్తి 201  
 ,, పరిచారము 201  
 ,, భౌతిక లక్షణములు 202  
 గెలక్సీ 3, 7, 300  
 గ్రహములు 3, 4, 7, 61, 101, 170,  
 గ్రహ కక్ష్యలు 108  
 ,, క్రాంతి 181  
 ,, చాయ 101  
 ,, ద్రవ్యరాసులు 118  
 ,, పరిభ్రమణము 106  
 ,, పరిభ్రమణ వేగము 117  
 ,, భౌతిక పరిస్థితులు 116  
 ,, స్థానములు 111  
 గ్రహణములు 30, 167  
 ,, సూర్య 150, 166, 181  
 ,, చంద్ర 14, 30, 168  
 గ్రహీవృద్ధిక్షయతారలు 265  
 గ్రేట్ నెబ్యులా ఇక్విన్లోరియం 88  
 గ్రేట్ నెబ్యులా ఇక్విన్లోరియం 95, 308  
 గ్రేట్ బేర్ 83  
 గ్రేటెస్టు ఈస్టర్న్ ఈలాంగేషన్  
 116, 180

గ్రేటెస్టు ఈస్టర్న్ ఈలాంగేషన్ 116, 180  
 చంద్రుడు 6, 14, 61, 101, 160, 262  
 ,, కళలు 162  
 ,, కక్ష్య 160  
 ,, గ్రహములు 171  
 ,, భూమి నుండి దూరము 161  
 ,, పరిభ్రమణము 161  
 ,, క్రమణము 162  
 ,, భౌతిక లక్షణములు 170  
 శ్రమి నై 80, 96  
 జంట (నక్షత్ర) తారలు 286  
 జ్యోతిష్పంక్తులు 151  
 టారిస్ 73, 94  
 టి. సిస్టెమ్ 278  
 టెయిలర్ ఫుచురువు 231, 234, 238  
 డెక్లినేషన్ 66, 67, 74  
 డెసబోలా 97  
 డ్యూసిఫైర్ 89, 274, 276  
 డ్యూటెయిన్ 287  
 డెల్ఫినస్ 80, 90  
 డేనబ్ 89, 90  
 డ్రేజో 59, 80, 86  
 తారాపుంజములు 286, 293  
 తులాదిబిందువు 55, 58, 66  
 తేనో 2 పాయనము 34, 35  
 తోక్మక్కలు 3, 5, 106, 223  
 ధ్రువనక్షత్రము, ఉత్తర 14, 58,  
 76, 77, 84, 250, 252, 277  
 సభగోళము 54, 61  
 సభమూర్తులు 2  
 నవంబరు ఉల్కాపాతము 238

నక్షత్రములు 3, 7, 21, 61, 239

,, చాదూచిత్రపరిమారము 257

,, ద్రేపరుచేటలాగు 242

,, తాపక్రమము 246

,, దూరము 259

,, దృశ్యపరిమారము 251

,, పరిమారము 250

,, పరిమారమును కనుగొనుపద్ధతి

254

,, యథార్థపరిమారము 253

,, రంగులు 239, 246

,, రస్పెల్ చిత్రము 267

,, వర్ణములు 267

,, వర్ణమాలలు 239, 246

,, వర్ణమాలావర్ణములు 242

,, వర్ణమాలావర్ణకరణము 239

,, వర్ణసూచిక 257

,, వ్యాసములు 265

,, స్వీయచలనము 302, 303

నక్షత్రమేఘములు 295

,, మేగిలాక్ 296

,, స్థానిక 296, 303

నక్షత్రరాసులు 71

,, ఉత్తరమండల 75, 79, 80

,, క్రాంతివృత్తమండల 75, 78, 80

,, దక్షిణమండల 75, 78, 81

,, నభోమధ్యరేఖామండల 75

,, పరిధ్రువ 75

మాతనతారలు 274, 279

నక్షత్రాంశ 5, 108, 219, 220

నక్షత్రాలాలు 3, 7, 304

,, కాంతిహీనమైన 306

,, గుర్రపుతలతారపు 307

,, గెలాక్టిక 304

,, గ్రహకార 304

,, బహిర్గెలాక్టిక 277, 304, 308

,, విక్షిప్త 304, 307

,, సర్పిలాకార 310

న్యూటేషన్ 59

పాతములు 167, 181

పాదబిందువు 63

పాదస్థము 115, 165

పిలలక్టోడి 94

పిసిక్ 58, 92, 93, 94

పెగాసస్ 80, 87, 92

పెర్సియస్ 80, 88, 89

పెర్సెయస్ 237

పెగ్లాస్ 196, 198

పేర్సెక్ 260

పోలస్ 96, 250

ప్రధానక్రేణితారలు 270, 273

ప్రసెపె 97

ప్రోక్సిమాసెంటారి 99, 121, 259, 260

ప్రోసియా 95, 96, 244

ప్రియడీప్ 94, 293, 294

ప్లూటో 5, 108, 109, 112, 160, 220

ఫాక్ మేనన్స్ నక్షత్రము 74, 266, 271

ఫోమల్ హార్ట్ 100

ఫ్రాక్ హోఫర్ రేఖలు 134, 145,

146, 158, 241, 289, 290

పోక్కులి 132, 149, 150  
 బహుళతారలు 286, 292  
 బార్నాడ్జనక్షత్రము 74  
 బీటల్ గాజ్ 95, 267, 272, 279  
 బిగ్ డిప్పర్ 83  
 బీటాబరయానిస్ 73, 95  
 బుధుడు 4, 108, 109, 174  
 ,, కళలు 176  
 ,, క్రాంతి 182  
 ,, భౌతికలక్షణములు 183  
 ,, భ్రమణము 185  
 బూటెస్ 80, 91  
 బృహత్తారలు 270, 272  
 బేలాధూమరేతువు 231, 234  
 బోడేనియము 112  
 భూమి 5, 11, 108, 186  
 ,, ఆకారము 11  
 ,, ఆకర్షణబలము 46  
 ,, ఉచ్చస్థానము 43  
 ,, కక్ష్య 40, 48  
 ,, ద్రవ్యరాశి 49  
 ,, నీచస్థానము 43  
 ,, పరిభ్రమణము 31  
 ,, పరిభ్రమణకారణము 46  
 ,, పరిభ్రమణవేగము 43  
 ,, భ్రమణము 19, 21  
 ,, భ్రమణవేగము 29  
 ,, సాంద్రత 18  
 భూమరేఖలు 146  
 మకరాయనము 66

మహాబృహత్తారలు 270  
 మేనాదిబిందువు 55, 58, 66  
 యామ్యోత్తరవృత్తిము 65  
 యుతి 113  
 యురేనస్ 5, 108, 193, 212, 220  
 యోగము 113, 165  
 ,, అంతర (న్యూన్) 114, 115, 179  
 ,, బాహ్య 114  
 రాహువు 167  
 రిగెల్ 73, 95  
 రెగ్యులస్ 97, 250  
 రేడియంట్ 235  
 రైట్ ఎసెక్షన్ 66, 68, 74  
 లంబనము 34, 38, 39, 261, 262, 263  
 లియోనిడ్స్ 237, 238  
 లియో 80, 97  
 లైరా 59, 80, 89  
 లైరిడ్స్ 237  
 వక్రీకృతి 102  
 విషువత్తులు 55, 58, 66  
 విస్ఫులింగములు 144  
 వృద్ధిక్షయతారలు 273  
 ,, ఆవర్తి 274  
 ,, ఆవర్తిరహిత 274  
 ,, క్రమరహిత 274, 279  
 ,, గ్రాహి 274, 285  
 ,, తారాపుంజ 275  
 ,, దీర్ఘవ్యవధి 274, 278  
 ,, పురాణ 276  
 ,, సిఫియై 274, 295, 296, 303

జేగా 59, 73, 89, 243

జేసుమక్క 4, 179

జని 5, 108, 207

,, ఉపగ్రహములు 211

,, కుండలి 207

,, భౌతిక లక్షణములు 212

శీర్ష బిందువు 63

శుక్రము 4, 108, 174, 176

శ్వేతవాసునతారలు 270, 271

షణ్భుతరము 115, 165, 186

సంధ్యాతార 179

సగిట్టా 80, 90, 91

సప్తమండలము 82, 250

సిఫియస్ 59, 80, 88, 89

సిరియస్ 73, 95, 96, 243, 250,  
259, 260

సీకిస్ 196, 198

సూపర్ నోవా 284

సూర్యమంటుంబము 7, 119

సూర్యశక్తి 128

సూర్యాంకములు 132, 134, 151,  
156, 157

సూర్యుడు 11, 47, 53, 61, 101,  
103, 121, 241, 244, 254, 259,  
300, 302

,, గర్భము 125

,, దీప్త్యావరణము 125, 126, 132

,, దృశ్యసంచలనములు 156

,, దృశ్యము 122

,, నిర్మాణము 125

,, పరిభ్రమణము 159

,, పరివర్తికస్తరము 125, 134, 145

,, భ్రమణము 157

,, చతుటము 155, 150

,, వర్ణావరణము 125, 147

సెంటూరస్ 81, 93

స్టెన్నస్ 59, 80, 90

సౌరజ్వాలలు 154

స్కార్పియస్ 80, 92

స్తంభము 102

స్పెకా 98

హయాడిస్ 94, 203, 204

హెక్ట్యులస్ 59, 80, 86, 91, 92

హోరావృత్తము 69